

# 科技创新驱动 未来城市

## 新经济共享城市繁荣

FUTURE CITIES, NEW ECONOMY,  
AND SHARED CITY PROSPERITY DRIVEN BY  
TECHNOLOGICAL INNOVATIONS



**UN HABITAT**  
FOR A BETTER URBAN FUTURE

**UN**  
environment  
programme



**Tsinghua**  
University

**ETH** zürich

Carnegie  
Mellon  
University

**UKRI**  
UK Research  
and Innovation



**PEKING UNIVERSITY**  
Institute of New Structural Economics

**INED**  
新经济发展研究院

Carnegie Mellon  
**Design lab**





《科技创新驱动未来城市：新经济与共享城市繁荣》

本书版权所有者为联合国人类住区规划署

联合国人类住区规划署 (United Nations Human Settlements Programme,  
UN-Habitat)

联系地址: P.O.Box 30030 00100 Nairobi GPO KENYA

联系电话: 254-020-7623120 (总部)

网址: [www.unhabitat.org](http://www.unhabitat.org)

978-9966-138-47-7

免责声明: 本出版物所用名称及其材料的编排格式并不意味着联合国秘书处对任何国家、领土、城市、地区、或其当局的法律地位、或对其边界或界线的划分表示任何意见。本出版物中部分可能未经授权使用的内容已经标明来源。本出版物中所涉观点不一定反映联合国人类住区规划署、联合国其会员国的观点。所有译文均基于原文翻译, 以英文原版为准。

封面版权所有: Shutterstock

致谢:

主要作者: 迈克尔·基思、高见、周涛、刘权辉、曾辉、赵明潇、曹宝林、格哈德·施密特、贾迪普·古普塔、赛义夫·瑞德旺、哈里森·西莫、彼得·罗维斯特、朱克力、张红姗、崔抒东、李一帆、贾赫、乔治·伊科诺米季斯、付志勇、皮特·司库佩里、徐佳君、吴昕月、吴海山、殷磊、程善钿、伍德意、银炳楠

联合国人居署贡献者: 马尔科·卡米亚

主编: 郭蕾

编辑: 索诺拉·奥纳三亚、赵明潇、曾辉

设计与排版: 凯文·马龙必、罗杨悛

# 目录

6	序言一
7	序言二
9	序言三
11	编辑团队寄语
13	主要作者
22	致谢
23	编辑团队

## 第一章

### 从传统到现代： 城市面对技术变革

26	你的手表也许会让你的保费变得昂贵
32	大数据围猎新冠病毒

## 第二章

### 数字孪生城市与 持续迭代的新基建

48	数字孪生城市的2.0进阶版本
58	每一个城市都有自己的基因
64	城市,并非只为富人而生
72	我们能将垃圾加密以及货币化吗?

## 第三章

### 场景营城： 塑造未来城市的共创实验

- 84 谁会进入数字时代的“名人堂”？
- 100 推动精益技术应用的高效政府
- 110 城市作为生活实验室

## 第四章

### 城市商业模式与 可持续金融

- 122 并非快者必胜
- 130 开发银行打造绿色城市释放可持续金融的潜力
- 138 可持续金融与ESG投资拥抱AI与另类数据
  
- 161 专家寄语

## 序言一



迈穆纳·穆哈德·谢里夫 (Maimunah Mohd Sharif) 女士  
联合国副秘书长兼联合国人类住区规划署(联合国人居署)  
执行主任

站在吉隆坡、内罗毕、纽约的街头，都很难想象这些城市在未来几十年后会是什么样子。如果我们结合及运用社会、经济、环境和文化的视角来引导自身迈向可持续城市化，那么我们将会创造出怎样的城市可持续发展的新途径呢？为了实现可持续城市的未来，我们需要一种综合方法，通过参与式过程，汇集尖端理念和人才，将全球和城市家庭最好的一面展现出来。技术和创新思维需要与具体行动结合，确保我们能够实现可持续发展目标11（SDG11），即建设包容、安全、有风险抵御能力和可持续的城市。

如今，城市规划者在重新规划城市时，正考虑使用新的交通方式；计算机科学家正在分析数据，为性别偏见决策等老问题提出新的解决方案；富有创造力和智慧的地方政府正在应用循证政策来造福社区；技术迫使我们重新思考我们当前的城市管理体系。最终，这些举措改变了城市发展概念，使之更关注生活质量，符合包容性增长新指标的要求。

联合国人居署新设立的知识与创新局，旨在推动引导这一可持续、创新解决方案的运动。本特刊《科技创新驱动未来城市：新经济与共享城市繁荣》汇集了来自城市发展、技术创新、金融、设计和可持续发展等领域的权威专家发人深省的论文。论文探讨的主题包括：如何有效地分析城市发展的新趋势；如何发展智能、包容且与特定环境相关的城市基础设施；尝试并实施有关城市发展的新想法以获得长远成功的最佳实践；城市发展、经济和金融的跨学科融合，创造一个更具包容性的未来。

感谢投稿人与我们分享他们的知识和专长。另外，特别感谢中国成都市人民政府的大力支持，也特别感谢联合国人居署的工作人员，正是你们的辛苦努力才使本特刊得以发布。

## 序言二



林毅夫

林毅夫

北京大学新结构经济学研究院院长  
世界银行前首席经济学家

1971年的诺贝尔经济学奖获得者库兹涅茨提出，在经济增长当中有所谓现代经济增长和前现代经济增长。18世纪之前被称为前现代经济增长，因为当时经济增长的速度基本决定于人口增长的速度，人均收入水平基本不提高。西欧等发达国家18世纪以后，进入现代经济增长，人均收入增长从前现代社会大概平均每年0.05%，一下子增加了20倍，达到每年1%。到了19世纪末、20世纪初以后又翻了一番，人均收入增长达到2%。这么大的变化实际是几次工业革命、技术革命带来的贡献。首先是第一代的蒸汽化，其次是第二代的电气化，第三代计算机、互联网的信息化，现在则进入到第四代的工业革命，即以大数据、云计算、人工智能为特征的智能时代的到来。

除了有效的市场机制，发展新经济也需要政府的有为来提供服务克服在技术创新中必然存在的一些市场失灵并趋利避害。比如，新技术离不开研发，但研发投入非常大、风险非常高，而且失败的概率非常大。如果不给专利，那研发的积极性就很低。专利是由政府授权的，如果没有政府，专利新技术只能作为企业自己独家拥有的秘密，但独家拥有的秘密不容易保护，所以最好的方式还是由政府提供这方面的专利保护的服务。此外，政府应该提供对基础科研的投入，基础科研的成果是公共产品，是各类新技术、新产品的源头。

除了基础科研需要靠政府之外，新技术出现后，还需要依靠很多硬基础设施和软基础设施才能得到运用。过去传统产业所需要的硬基础设施是“铁公基”，现在新经济所需要的基础设施则是云计算、大数据、物联网、人工智能、5G。这些新的基础设施如果不存在，那么将来新的业态就很难出现，就不能真正实现新技术带来的经济效率。

软的基础设施或制度安排也不可或缺。新技术需要有新的技术人才和生产人才，企业家自己很难凭空或者从小学开始培养这样的人才，政府必须在高等教育阶段或者研究生教育阶段，

针对未来新技术革命以后所需要的技术人才进行前瞻性培养。

新技术取得突破后，有很多应用机会和应用场景，这都需要进行尝试，需要第一个吃螃蟹的人。新技术业态通常不是原来规模庞大、有根基的企业研发出来的，而是一些年轻人，他们了解技术，对市场非常敏锐，心态开放，拥有各种新主意。

改革开放以后中国之所以取得巨大成绩，地方先行先试是非常重要的经验。面对新机遇、新事物，在地方先试点，然后总结经验，等到成熟以后再向全国推广。

像成都、牛津等城市在发展和先行探索新经济的治理是值得肯定的。我们期待将他们的发展经验和创新实践进行总结，在世界的其他城市和地区进行推广，从而使每一位社会成员都能公平地分享经济发展成果，实现共同繁荣。



## 序言三



马尔科·卡米亚 (Marco Kamiya)

联合国人类住区规划署(联合国人居署)知识与创新局资深经济学家

很高兴能为大家介绍《科技创新驱动未来城市：新经济与共享城市繁荣》特刊。其中所收录的文章均出自城市发展、技术创新、金融、设计和可持续发展领域的顶尖学者，它们的出版恰逢我们社会发展的关键时刻。气候变化只是我们面临的众多跨学科挑战之一，它威胁着我们的生活方式，加剧了我们几十年来一直在努力改善的社会、基础设施和经济问题。人类的聪明才智仍然是使全球社会保持活力的唯一因素，现在就是我们利用这一天赋，去融合技术创新、可持续性和城市发展领域的时候了。

联合国人居署新设立的知识与创新局呼吁思想者的聚集，且已经开始以深思熟虑和进取精神发挥作用。该部门必将为我们实现可持续发展这一目标做出巨大贡献。我们必须用智慧、希望和良知来解决我们的问题。现在正是科技与创新性思维大展身手的时刻。

再次感谢本特刊的各位专家学者。在这个充满挑战的时代，阅读这些来自全球各地的前瞻性思想和观点着实让人备受鼓舞。所以，我在此恳请读者花点时间阅读每一篇文章，因为这些论文所展现的知识集聚是值得仔细阅读和揣摩的。

让我们致力于拥抱创新,以保障子孙后代的美好生活,并为实现使所有人受益的可持续的、包容的城市发展指明道路。

——安东尼奥·古特雷斯  
联合国秘书长

Let us commit to embracing innovation to ensure a better life for future generations and chart a path towards sustainable, inclusive urban development that benefits all.\*

——António Guterres  
United Nations Secretary-General

\* “World Cities Day, 31 October - United Nations.” The United Nations. <https://www.un.org/en/events/citiesday/messages.shtml>.

## 编辑团队寄语

各位读者朋友们：

我很荣幸向大家介绍本《科技创新驱动未来城市：新经济与共享城市繁荣》特刊。我们发布本刊旨在探讨在不断变化的城市环境中创新技术所带来的机遇和挑战。该特刊在第十届世界城市论坛（WUF10）上发布，这是全世界最著名的全球城市问题论坛，于2020年2月在阿布扎比举行。

世界城市论坛的主办方——联合国人类住区规划署（联合国人居署），是联合国为人类居住和可持续城市发展专设的机构。该机构通过《联合国人居署2020-2023年战略计划》，将创新作为其核心价值观，并将其制度化。

联合国秘书长安东尼奥·古特雷斯（Antonio Guterres）先生强调联合国作为一个统一的组织，有必要接受新技术并鼓励有助于实现可持续发展目标（SDG）的创新。联合国有责任建立一个促进和激活创新伙伴关系并在全球范围内创造创新文化的架构。

本刊提供了来自政府、联合国、学术界、科学研究和私营部门的专家和学者的跨学

科方法。发布本刊旨在：（1）提高对技术创新以及这些变化如何影响城市基础设施和城市居民生活质量的认识；（2）加强有关城市新技术的不同使用案例及其潜在益处和风险的集体知识；（3）呼吁所有城市采取合作和集体行动，巧妙运用和管理新的技术解决方案，以创造更安全、更包容和更繁荣的城市环境。

郭蕾

联合国人类住区规划署创新计划项目负责人

2020年2月，当我们在联合国第十届世界论坛（WUF10）上与来自全球城市发展领域的同仁探讨“未来城市与新经济”相关议题的时候，新冠肺炎疫情正在蔓延。有幸的是，我们看到新经济的各类新技术、新产品、新模式为疫情精准防控、保障社会民生、保持城市正常运转做出重大贡献。这场全人类与病毒的竞速前所未有的，也是人类运用科技创新应对全球重大挑战、解决社会共性问题的一个缩影。当前，运用科技创新推动疫情后经济社会“绿色复苏”已经成为广泛共识。

1. UNIN, “Fostering Innovation,” UN Innovation Network, <https://www.uninnovation.network/fostering-innovation>, accessed February 4, 2020.

2017年，成都基于对新一轮科技革命和产业变革的深刻审视，率先提出“发展新经济、培育新动能”的重大城市战略，率先设立了一个新部门——新经济发展委员会，通过一系列政策创新和实践创新，如“城市机会清单”“场景九条”“创新应用实验室”“未来场景实验室”，从信息交换、网络构建、孵化培育等方面进一步增强并扩展城市传播、实验、孵化创新的媒介作用；举力推动“场景营城”，让创意和想法在城市里充分涌动和碰撞，开启了一场声势浩大、面向未来的共创实验。

我和iNED的伙伴们有幸参与到这场面向未来的探索，在开展工作的过程中我们也越发意识到，新经济不仅关乎高质量的经济增长，同时也在重塑城市的形态与功能，为转变城市发展方式、解决全球性挑战提供了新思路和新方案。联合国制定的17个可持续发展目标，本身就是新经济的应用场景；我们期待运用新经济的方法和工具，为世界城市的可持续发展和包容性增长提供一个“公园城市”解决方案。

三年的时间，我们将成都新经济的故事带到WUF10与世界城市分享，这本特刊也记录了来自不同国家和地区城市的创新故事，我们相信特刊中文版的发布将是一个新的开始。

世界是平的，地球是圆的。

心怀相同希冀的人，终究会走到一起。

赵明潇

新经济发展研究院iNED 副院长

当翻开现代城市跃迁的每一页，究竟什么是城市获得活力，取得持续性增长的关键要素

呢？2018年度的诺贝尔经济学奖保罗·罗默早在其1986年的论文《规模报酬递增与长期增长》中就写下了答案，那就是技术创新对城市的推动作用。从经济学角度看，知识是一种公共品，是非竞争、非排他的，当这种要素被作为投入用于生产时，它就会产生强大的正外部性，从而产生规模性的报酬递增。从硅谷科技巨头的崛起，到中国诸多互联网公司宣布All in AI的战略，再到谷歌在多伦多计划兴建的Quayside以及丰田即将在富士山脚下打造的“WOVEN CITY”（互联城市），过去近三十年，城市的命运牢牢和技术的突飞猛进绑在一起。

然而，要看到城市的另一面，气候变化所引起的大海平面升高、资源短缺所引起市场的盲目竞争、土地财政及地产开发模式下的过度开发等，在城镇化和数字化快速进程的狂欢背后，是否留给未来人类的是一地狼藉。人们应该看到，在繁荣的表象后，真正意义上的可持续发展仍是一条漫长的道路。为何我们要把关注点放到可持续金融，甚至是ESG投资（环境、社会、治理）上，因为投资就是那只看不见的手，引导资源、技术、人才朝可持续的方向上投入，城市的生长需要更加多元，并且更具技术范的评估方式。

梳理整本专刊数十位全球专家的洞见，就会发现一个共同的声音，那就是全球性的技术共识到底是什么？前所未有的连接方式，数据视角下的风险评估，让科幻电影走入现实的自动驾驶道路，万米高空上的卫星故事等等，人类探索技术的脚步从未停止，只是要记得，让城市的舞台更大一些，让绿色的故事更绚烂一些，期待下一章的故事里有你！

曾辉

微众银行人工智能部高级研究员

世界经济论坛全球杰出青年深圳社区成员

# 主要作者

## 迈克尔·基思 (Michael Keith)

牛津大学城市未来项目主任和PEAK Urban项目负责人

迈克尔·基思 (Michael Keith) 教授是牛津大学未来城市网络项目的总负责人，也主导PEAK Urban项目的研究工作。在2019年10月以前，他曾任牛津大学人口迁移、政策和社会研究中心 (COMPAS) 主任。他是英国城市转型 (经济与社会研究理事会投资组合和城市研究 ESRC) 的统筹人以及牛津大学未来城市项目的联席主任。他的研究方向是与人口迁移相关的城市变迁过程。最近的作品是《经济生活与城市变迁》专著。下一部专著《新兴城市的城市转型和公共卫生》将于2020年由曼彻斯特大学出版社出版。迈克尔·基思曾任伦敦东区区议会领袖和泰晤士河口区主席长达7年时间，在二十世纪九十年代和二十一世纪初作为主席或主任参与了超过17个主要的城市重建项目。

## 高见

美国西北大学凯洛格商学院科学与创新中心 (CSSI) 博士后研究员

高见博士是美国西北大学凯洛格商学院博士后研究员。他在电子科技大学取得计算

机科学专业博士学位。曾在麻省理工学院 (MIT) 媒体实验室担任助理研究员，并在波士顿大学做过交流学者。他的研究方向是计算社会科学、网络科学、经济复杂性和集体学习。目前正致力于计算社会经济学的交叉学科领域研究。

## 周涛

电子科技大学教授，新经济发展研究院 iNED 执行院长

主要研究方向为统计物理与复杂性科学，发表论文300余篇，引用27000余次，H指数为77。2011年获得第十二届中国青年科技奖。2013年入选国家万人计划。2014年获得四川省科技进步一等奖、中国计算机学会自然科学奖。2015年获得共青团中央授予的“最美青年科技工作者”称号、中国十大科技创新人物、当选第十二届、第十三届中华全国青联常务委员，分别担任科学技术界别工作委员会副主任和海外与华侨结界工作委员会主任。2016年入选四川省首批杰出人才。2017年获全国创新争先奖。2018年获四川省教学成果一等奖，四川省政协常委。2019年入选全国首批网络教学名师 (全国10名)，获四川省师德楷模称号。

### 刘权辉

四川大学计算机学院副研究员

主要从事计算流行病学、网络科学与数据科学方面的研究工作。在国际一流权威期刊，如PNAS、Physics Reports、Physical Review E、Scientific Reports、Chaos，发表论文10余篇。曾获国家留基委资助在美国东北大学杰出教授、欧洲科学院院士、人类流行病传播领军人物Alessandro Vespignani实验室博士联合培养两年。

### 曾辉

微众银行人工智能（AI）部高级研究员

世界经济论坛全球杰出青年深圳社区成员，目前关注卫星遥感及人工智能在ESG投资和可持续发展中的应用，清华MPA-香港城大EMBA双硕士（在读），原中规院-阿里巴巴未来城市实验室技术发展总监，阿里研究院2019年活水计划优秀学者（10/360），参与了联合国开发计划署《新冠肺炎疫情对中国企业影响评估报告》，曾参与上海、三亚、重庆、成都、杭州达摩小镇等人工智能城市解决方案和数字平台工作。此前曾担任

人工智能基金-线性资本北京负责人，曾获得了联合国契约组织和腾讯财经联合颁发的“2014年全球社会企业责任青年代表”称号。此前，曾实习工作于思科战略咨询部、九鼎投资、联合国开发计划署、清华大学金融工程研究所等，参与过几十亿资产的投融资管退工作，曾参与国开行《绿色智慧城镇开发导则和案例》的研究工作，曾于斯坦福、伦敦政经交换学习。

### 赵明潇

新经济发展研究院iNED副院长

曾供职于国际咨询机构，拥有丰富的产业转型升级、战略新兴产业发展以及数字城市建设咨询经验。致力于协助地方政府制定适应新一轮科技革命和产业变革的城市战略和政策措施，推动区域创新生态构建，塑造区域创新品牌，打造国际化营商环境。为创新型中小企业提供商业模式建议、对接合作伙伴、发掘应用场景，助推产业链上下游创新协作和资源共享。长期投入以科技创新推动联合国可持续发展目标实现的研究与推广工作。

## 曹宝林

新经济发展研究院iNED运营总监

曹宝林先生系新经济发展研究院iNED运营总监。他毕业于重庆邮电大学，取得计算机科学专业硕士学位。专业领域主要包括数字化转型、城市规划和先进技术。此外，曹先生还拥有为政府和国有企业提供咨询服务的丰富经验。

## 格哈德·施密特 (Gerhard Schmitt)

新加坡-苏黎世理工大学 (ETH) 中心主任，  
大数据增强城市设计和治理项目、新加坡降温项目以及数字地下项目首席研究员

格哈德·施密特 (Gerhard Schmitt) 教授是瑞士苏黎世联邦理工大学 (ETH Zurich) 信息架构教授。他最初在卡内基梅隆大学开始研究利用人工智能开发智能设计支持系统。现为亚洲的ETH瑞士研究中心新加坡-ETH中心 (SEC) 主任。作为首席研究员，他于2010年在未来城市实验室建立了模拟平台，随后在2015年建立了响应城市场景和大数据增强城市设计项目。自2018年以来，他与来自瑞士苏黎世联邦理

工学院、麻省理工学院、慕尼黑工业大学以及新加坡国立大学的科学家团队一起主导了新加坡城市气候设计降温项目，其战略目标即作为城市新科学的一部分，缓解城市热岛效应。作为ETH主管规划和行政工作的副校长，2000年他启动了第三个虚拟校园的开发，命名为ETH World，并举办了一场国际总体规划竞赛。2003年，他和他的团队提出了科学城的概念，将ETH Honggerberg改造成一个社会与科学互动的校园。2010年，他因ETH科学城而荣获欧洲科学文化奖。他和他的团队自2014年以来开发的关于未来城市的大型在线公开课系列，覆盖了180个国家的13万名学生。

## 贾迪普·古普塔 (Jaideep Gupte)

萨塞克斯大学发展研究院研究员、英国研究与创新署全球研究挑战基金 (GCRF) 挑战领导者

贾迪普·古普塔 (Jaideep Gupte) 先生系萨塞克斯大学发展研究院研究员，主要从事城市群方面的研究。贾迪普·古普塔目前被借调在英国研究与创新署全球研究挑战基金 (GCRF)，主导城市和可持续基础设施

的联合项目。他的研究方向包括：城市暴力、贫困和与建筑环境相关的发展对治理和基础设施的影响。贾迪普·古普塔利用多方论证的方法和本地数据来理解城市信息化的物质、时间和政治三个方面。

贾迪普·古普塔的研究旨在强调最边缘化的城市居民的日常生活经历。他在印度、孟加拉国、尼泊尔、苏丹和内盖罗等国家进行了初步研究。他还曾担任英国国际发展署（DFID）、联合国儿童基金会（UNICEF）、南亚、拉丁美洲和撒哈拉以南非洲的地方当局以及一些非政府组织的顾问。

贾迪普·古普塔的研究得到了英国经济与社会研究理事会（ESRC）、英国国际发展署、欧盟委员会等机构的资助。他目前是欧盟委员会资助的“包容性城市智能数据”项目首席研究员、世界正义工程资助的“城市警察移动培训平台”项目的执行主任以及最近结束的由英国国际发展署南亚研究中心资助的“南亚非正式工作和福祉”项目首席研究员。

贾迪普·古普塔获得牛津大学（圣安东尼学院）的政治学博士学位、萨塞克斯大学发展研究专业的哲学硕士学位，加拿大西蒙菲莎大学经济学学士学位。他的研究曾获得全球

发展网络杰出研究奖（法治类）。他曾是孟买城市设计研究院的奖学金获得者。

### **赛义夫·瑞德旺（Saiful Ridwan）**

联合国环境规划署（UNEP）企业解决方案总监

赛义夫·瑞德旺（Saiful Ridwan）先生常驻肯尼亚，负责确定、创建、开发和交付业务和新兴信息技术解决方案，以支持联合国环境规划署的目标和任务。赛义夫·瑞德旺在印尼获得了建筑设计专业学士学位、后在英国获得信息技术专业理学硕士学位，并且在不同行业的信息技术领域拥有30多年的国际经验，包括联合国、私营部门和学术界。赛义夫·瑞德旺是印度尼西亚公民，于1996年回到自己的国家，回国后设计、制作了第一本时事网络杂志《Tempo Interaktif》。当时，传统媒体受到地方当局的严格控制，网络技术还处于起步阶段。他热衷于收集环保/绿色垃圾桶的照片，目前专注于新兴环保技术的实施。

### **哈里森·西莫（Harrison Simotwo）**

联合国环境规划署项目管理协理干事

哈里森·西莫（Harrison Simotwo）先生是一名新兴环境可持续性和发展专业人士，



在可持续发展、发展政策、公私伙伴关系、方案/项目设计、管理和监测、评价、报告和学习等多个领域都有着丰富的国际经验。哈里森·西莫目前担任联合国环境规划署非洲区域办事处的项目管理协理干事，为54个非洲国家执行联合国环境规划署的任务提供支持。此外，哈里森·西莫还是一位作者，拥有环境规划和管理专业以及保护生物学专业的双硕士学位，在非洲（肯尼亚）、亚洲（日本）和东欧（波兰）地区的政府、民间团体和私营部门都有着丰富的经验。

### **彼得·罗维斯特 (Pietro Visetti)**

联合国环境规划署环境技术实习生

彼得·罗维斯特 (Pietro Visetti) 先生是最近加入联合国环境规划署企业解决方案组的成员。他在瓦赫宁根大学攻读环境经济学硕士学位，在荷兰进行过研究，此外，还在日内瓦学习过新古典主义经济学和国际金融。

2019年，他曾成为欧洲创新与技术研究院 (EIT) 气候知识和创新社区少数几位被选中的成员之一。加入联合国环境规划署之前，彼得·罗维斯特曾在一家环境咨询公司工作，主要从事自然资本核算和生态系统服务评估。

### **朱克力**

国研新经济研究院执行院长

中国社科院经济学博士，中央国家机关青年智库成员，中国发展研究奖获得者，入选国家级骨干人才计划。现任中国信息协会常务理事、国研新经济研究院执行院长，中国企业改革与发展研究会理事，多所高校客座教授、硕导。曾担任国务院发展研究中心新经济导刊执行总编、国务院国资委商业科技质量中心研究室主任、商务部中商智库总裁兼中国消费大数据研究中心秘书长、国务院发展研究中心中国经济年鉴社总经理等职。兼任联合国世界丝路论坛数字经济研究院、哥伦比亚大学中国企业研究中心、中国企业改革与发展研究会高级研究员，成都新经济发展顾问，中国联通、阿里、腾讯、360、金山等企业智库专家，CCTV、新华社、人民日报、经济日报、光明日报、China Daily、央广经济之声等中央媒体访谈嘉宾或特约撰稿。

### **乔治·伊科诺米季斯 (George Economides)**

英国牛津郡议会网联汽车和自动驾驶汽车项目组组长

2017年，乔治·伊科诺米季斯 (George

Economides)先生加入英国牛津郡议会创新与研究团队,担任网联汽车和自动驾驶汽车(CAV)项目组组长,这是第一个由地方当局专门设立的CAV职位。他对网联汽车和自动驾驶汽车、出行即服务、响应需求运输和物联网有着浓厚的兴趣。目前,主管英国牛津郡议会CAV团队和多个项目,如DRIVEN、多功能CAV和通用CAV等。

### 付志勇

清华大学中意设计创新基地副院长、中国创新创业教育研究中心副主任、清华大学创新创业教学(专项)委员会委员

付志勇教授是清华大学美术学院信息艺术设计系副教授。1998年1-4月期间,曾任日本筑波大学构筑感性评价样板特别研究项目客座教授。曾获2006年度国家新世纪杰出人才奖。2008年8月至2019年8月,曾任美国卡内基梅隆大学设计学院客座教授。

现任清华大学中意设计创新基地副院长、中国创新创业教育研究中心副主任、清华大学创新创业教学(专项)委员会委员。自2014年起,担任中国工业设计协会信息与交互设计专业委员会(IIDC)秘书长;从2016年开始,担任世界华人华侨人机交互协会(ICACHI)副会长。

他的研究领域包括信息与交互设计、服务设计、社会创新和智慧城市设计研究。他是多个国家、国际研究项目的负责人,在人机交互和设计领域的重要国际会议上发布多篇论文,如ACM普适计算国际会议(ACM Ubicomp)、国际人机交互大会(HCII)、国际设计研究协会联合会(IASDR)大会、社会创新和可持续设计联盟(DESIS)和国际设计管理大会(DMI)等。他是ACM CHI 2014、2018和2020设计小组委员会委员、HCII 2012-2020年跨文化设计小组委员会委员。此外,他还是由中国教育部主办的2014年至2020年中美青年创客大赛的主要组织者和策划者。

目前负责清华大学人工智能创新创业辅修专业及若干推进中国创新创业教育的研究项目。

### 皮特·司库佩里(Peter Scupelli)

卡内基梅隆大学设计学院尼伦伯格副教授、学习环境实验室主任

皮特·司库佩里(Peter Scupelli)教授目前的研究重点是学习环境。他教授本科和研究生课程。他目前教必修课,如环境工作室I:形式和环境、毕业设计工作室II和设计未来等。其教学和研究主要集中在将转换设

计的各个方面引入设计实践所必需的两个基本课题：调整短期设计行动和长期远景目标，并将价值观嵌入到设计过程中。设计未来这门课则让学生学会如何将设计思维与未来思维相结合，以调整短期行动和长期目标。在“设计理念与行动”的课上，他教授如何将性别平等和可持续发展等价值观嵌入到日常生活和组织中，以及如何将设计实践导向可持续发展。

皮特·司库佩里的培训和职业规划链接了架构、交互设计和人机交互研究。他在卡内基梅隆大学计算机科学学院人机交互研究所获得了博士学位。他的论文聚焦在大型计划显示器和护理控制台周围建筑环境的架构是如何支持外科手术室中的协调服务的。

### 徐佳君

北京大学新结构经济学研究院执行副主任、助理教授

徐佳君博士是北京大学新结构经济学研究院执行副主任、助理教授、全球经济结构转型研究联盟（GReCEST）秘书长。徐博士曾在联合国2015年后国际发展议程高级别名人小组担任初级研究专员，负责发展融资和南南合作的研究。曾在世界银行担任债务可持续性国际顾问，在联合国发展政策委

员会秘书处担任最不发达国家生产能力建设问题国际顾问。曾在《国际发展杂志》、《发展研究所通报》等同行评审学术期刊上发表过多篇文章。徐博士是《中国经济评论》的客座编辑，且是《2015全球金融发展报告》的主要作者。她的学术专著《国际发展领域超越美国霸权》于2017年由剑桥大学出版社出版。徐博士拥有牛津大学哲学博士学位。

### 吴昕月

北京大学新结构经济学研究院新结构经济学发展融资研究项目执行主任

吴昕月女士在伦敦大学国王学院获得政治经济学硕士学位。在加入北京大学新结构经济学研究院（INSE）前，曾作为一名联合国志愿人员参与南南合作的UNDP-IPRCC项目。她曾在INSE担任新结构经济学发展融资报告项目执行主任。目前，主要负责尼日利亚卡杜纳州的国家发展项目。此外，吴昕月还曾担任国家开发银行政策性研究项目顾问。她的研究领域包括发展金融、结构转型、绿色转型和全球价值链。曾出版《全球开发性金融机构全景概览：内涵、理据与多样性》、《“一带一路”建设下的中非产能合作》等专著。

## 吴海山

微众银行人工智能部副总经理

之前在全球最大的资产管理公司BlackRock担任董事，负责基于人工智能的投资研究。复旦大学计算机学院毕业之后，在美国普林斯顿大学任博士后研究员，之后回国加入百度人工智能研究院担任高级科学家。吴海山博士还曾担任百度资本科技顾问。吴海山博士在基于时空大数据领域的“时空大脑”创新研究和应用，取得世界范围的影响力。他负责研发了基于时空数据的人群踩踏预警系统、商业选址系统。他负责研发了基于时空大数据的中国经济量化分析系统，通过和联合国开发计划署、国务院发展研究中心等合作，对国家经济宏观政策制定提供重要参考依据。该系统被多个国际大型金融投资机构使用，并作为数据产品在美国彭博终端上使用。他的基于移动大数据的中国房地产空置率研究，被麻省理工科技评论评为2015年十佳研究之一。吴海山博士20篇学术论文在多个顶级的学术期刊和学术会议上，包括PNAS、Current Biology、IEEE TKDE、ICCV、KDD、ICDE等，专利近30项。吴博士的研究多次获得国内外多家知名媒体的专题报道，包括华尔街时报、华盛顿邮报、美国国家公共广播电台、彭博社、CNN、

经济学人、商业周刊、新科学家、探索频道、福布斯、世界经济论坛等。吴海山博士被麻省理工科技评论评为中国35位35岁以下的科技创新青年（35Under35），并被第一财经评为中国50名数据科学家之一。吴博士带领团队开发出了国内首个人工智能和另类数据驱动的新一代资产管理及ESG分析平台。

## 殷磊

微众银行人工智能部资深专家

现任AI部门智能资管团队技术负责人，资深人工智能科学家，主要负责基于另类数据与AI驱动的资产管理和ESG产品研发。毕业后入职百度，曾任百度慧眼负责人，资深架构师；之后加入去哪儿网，任技术总监；后创建深知科技，任联合创始人兼CTO。读博与工作期间发表论文十余篇，其中顶会与SCI期刊3篇；发明专利11个，其中国际专利1个。

## 程善钊

微众银行人工智能部产品设计专家

新加坡南洋理工大学应用数学博士，金融风险管理师（FRM），特许金融分析师（CFA）。曾在星展银行新加坡总行风险管

理部任风险量化分析经理，主要从事金融衍生品定价模型的检验以及监管要求的各类风险模型的开发；曾在新加坡国立大学风险管理研究所任副研究员，担任信用研究行动计划的校验审核组组长，带领校验审核组对信用研究行动计划的系统输入输出进行检验，还负责客户定制化信用分析产品的研发。第一作者兼通讯作者发表SCI论文3篇，国际会议论文1篇。

### 伍德意

微众银行人工智能部高级产品经理

伍德意目前在微众的AI部门工作负责战略资产管理平台规划和产品商业化。在此之前，德意曾在贝莱德工作，负责推动和实施中国机构客户关系发展的详细销售策略，随后她在贝莱德担任被动投资团队中产品专家。德意毕业于纽约州立大学布法罗分校，取得数学与金融双学位。

### 银炳楠

微众银行人工智能部产品经理

银炳楠，香港大学硕士，现任微众银行AI部门产品经理，曾在海外社交及区块链电子

货币交易平台负责产品策划与设计，在产品可视化及交互设计方面拥有丰富经验。

### 马尔科·卡米亚 (Marco Kamiya)

联合国人居署知识与创新局资深经济学家

马尔科·卡米亚 (Marco Kamiya) 先生曾任联合国人居署城市经济与金融局局长，目前任联合国人居署知识与创新局。他领导了有关城市经济和市政金融的全球运营和规范性工作。他与城市合作，支持与规划，参与性方法和基础设施融资相关的融资方法。他先后在加拉加斯的拉丁美洲开发银行 (CAF)、华盛顿特区的泛美开发银行和东京的PADECO有限公司担任高级职位。他在利马和东京学习经济学，后又在哈佛大学学习国际经济发展。

他先后出版了《可持续城市化的经济基础》（与薛杰Serge Salat合著，联合国人居署和巴黎形态学研究院）、《城市领导人财务手册》（与张乐因合著，联合国人居署和伦敦大学学院）以及每年以中、英文出版的《全球城市竞争力报告》。

## 致谢

感谢所有为本刊撰稿的作者。特别感谢编辑团队成员：郭蕾、赵明潇、曾辉全程参与本刊的策划和编制，提供创意性想法，并为之付出了大量的时间和精力，让本刊得以出版。同时，感谢新经济发展研究院iNED的杨阳、刘培、罗杨怿、李颖、黄梅、王晓彤为本刊中英文版的顺利发布做出的重要贡献。

感谢清华大学、牛津大学、卡内基梅隆大学、苏黎世联邦理工学院、中国国务院发展研究中心国研新经济研究院、北京大学新结构经济学研究院、清华大学中意设计创新基地、全球挑战研究基金(GCRF)、英国研究与创新基金(UKRI)对本刊给予的学术支持。

特别感谢微众银行人工智能部揽月项目(Moonshot)团队给予的技术支持。

特别感谢牛津大学陈益博士全程的特别支持，以及李劫巍、孟繁濛等对本刊的协助与贡献。



## 编辑团队

### 郭蕾

郭蕾女士之前曾是联合国城市经济与金融局项目负责人，现任联合国人居署知识与创新局创新项目负责人。她曾任联合国人居署与联合国创新网络（UNIN）的协调联络人。

此前，她曾在联合国儿童基金会（UNICEF）纽约总部工作负责战略规划方面的工作，并在位于黎巴嫩贝鲁特的联合国教科文组织中东大区办公室（UNESCO）担任难民教育项目统筹。此外，作为中国人工智能三十人论坛的联合召集人，她在人工智能领域具有创业经验。她拥有金融学士学位和纽约哥伦比亚大学的社会工作社会企业管理方向的硕士学位。

### 索诺拉·奥纳三亚（Sonola Onasanya）

实习于联合国人居署知识与创新局。他在剑桥大学获得了可持续发展工程专业的哲学硕士学位。

他的毕业论文旨在解决尼日利亚拉各斯的固体废物污染问题。他还拥有乔治亚理工学院化学和生物分子工程专业学士学位，并且曾任工程师，从事塑料和生物乙醇研究。

### 曾辉

现任微众银行AI高级研究员，世界经济论坛全球杰出青年深圳社区成员，目前关注卫星遥感及人工智能在ESG投资和可持续发展中的应用，清华MPA-香港城大EMBA双硕

士（在读），原中规院-阿里巴巴未来城市实验室技术发展总监，阿里研究院2019年活水计划优秀学者（10/360），参与了联合国开发计划署《新冠肺炎疫情对中国企业影响评估报告》，曾参与上海、三亚、重庆、成都、杭州达摩小镇等人工智能城市解决方案和数字平台工作。此前曾担任人工智能基金-线性资本北京负责人，曾获得了联合国契约组织和腾讯财经联合颁发的“2014年全球社会企业责任青年代表”称号。此前，曾实习工作于思科战略咨询部、九鼎投资、联合国开发计划署、清华大学金融工程研究所等，参与过几十亿资产的投融管退工作，曾参与国开行《绿色智慧城镇开发导则和案例》的研究工作，曾于斯坦福、伦敦政经交换学习。

### 赵明满

新经济发展研究院iNED副院长，曾供职于国际咨询机构，拥有丰富的产业转型升级、战略新兴产业发展以及数字城市建设咨询经验。致力于协助地方政府制定适应新一轮科技革命和产业变革的城市战略和政策措施，推动区域创新生态构建，塑造区域创新品牌，打造国际化营商环境。为创新型中小企业提供商业模式建议、对接合作伙伴、发掘应用场景，助推产业链上下游创新协作和资源共享。长期投入以科技创新推动联合国可持续发展目标实现的研究与推广工作。

## 如何理解现代城市？

这不仅仅是城市决策者和规划师们应该思考的问题，同样也应该是数据科学家应该积极参与的回答。历经城市的扩张与演变，发展的规律是什么？人口激增带来的资源短缺、气候变化引发的金融风险、信息服务的不均衡分布……我们有一连串可对城市发问的问题，但在解答过程中，恰恰是我们寻找突破的机遇。正如2001年诺贝尔经济学奖得主、原世界银行资深副行长兼首席经济学家约瑟夫·斯蒂格利茨表示的那样，“21世纪影响世界经济的有两件事，一是美国的新技术革命，二是中国的城镇化。”<sup>1</sup>事实上，放到全球语境下，城市发展的进展一直伴随着科技的进步。我们处在城市原型的转型期，一条路充满荆棘，一条路漫长遥远，科技与人文如何在山顶相遇。

因此，如何更好地理解技术对城市的塑造，如何从数据视角解读及量化城市，将是破解可持续发展的“金钥匙”。

1. Kennedy, David, and Joseph Eugene Stiglitz. Law and Economics with Chinese Characteristics Institutions for Promoting Development in the Twenty-First Century. Oxford: Oxford University Press, 2013.



# 第一章

## 从传统到现代： 城市面对技术变革

# 你的手表也许 会让你的保费变得昂贵

## 技术变革与城市转型

迈克尔·基思 (Michael Keith)

牛津大学

技术变革带来颠覆，这些颠覆会有着不确定的后果，产生巨大的收益和不可预知的挑战。为了将其带来的利益最大化并减少未知挑战，城市必须驱使其向不同方向均衡发展，认识到要实现这种均衡需要做出怎样的权衡，同时也要灵活敏捷地抓住技术变革带来的潜在机会。城市中的气候、空气、开放空间、文化及其他城市中共享的元素组成了城市公共空间。但是城市的发展还取决于居民个人自由的程度，其中包括思考、创新和尝试的自由。同样，在这些实验中，财富与市场奖励是将思想、实践和技术变革货币化的能力的重要保障。城市公共空间、权利和财产之间的关系可以通过技术革新的三个事物来举例说明：除颤器，苹果手表和优步手机软件。

这三件事物中的每一项都打破了传统，技术通过改变城市系统结构中的一个或多个部分而打破原有的规则。但城市并不是一个单一系统，它是一个具有多样性并包含了多个细分系统的系统。卫生系统、经济系统、社会系统、流动系统和代谢系

统——他们在城市环境中相互依赖，这意味着从根本上来说，城市是一个开放的而非封闭的系统。系统本身的各个部分都可能发生变化，而这些变化又会产生很多不一样的结果。为了了解技术变革对城市未来的影响，并了解如何干预这种影响，我们有必要就以上三个方面进行重点探讨<sup>1</sup>。

### 方面一：创新和除颤器

开放系统的特征在于“创新”。“创新”是一个贯穿人文科学、自然科学和社会科学的概念。创新强化了我们预测的能力。它重新组合了系统本身各个构成元素间的关系。创新强化了我们预测的能力。如果认识到重复是稳定系统的特性，那么根据趋势尝试建模和预测仍然是分析人类行为和识别数据日益丰富的城市环境的强大工具。矛盾的是，在21世纪，实时预测的能力呈指数增长，这意味着我们越来越了解短期内将会发生的变化，这种颠覆性技术的力量与速度也改变了城市的发展速度与



©M Keith

类似的流动与迁移将如何塑造未来城市，取决于管理方式以及科技如何改变未来“城市居民”的行为方式。

逻辑基础，但这意味着我们对长期变化的了解有时反而会越来越少。时间跨度超过二三十年的我们就可能无法了解了<sup>2</sup>。因此，我们应该意识到，数字化和大数据的指数增长会推动新的城市科学发展，但也会成为预测城市未来的瓶颈。

需要承认的是，预测行为的持续时间不会超过系统本身的稳定性，这是一个科学准确性的问题，要认识到在系统运行中，要确定非均衡的数学运算，也要断定与观察趋于平衡的趋势<sup>3</sup>。平衡前者的强势与后者的弱势是需要决断的，它会带来规模性和



时间性的问题：我们寻找的分歧的细节以及我们测量城市系统的时间长度。但是，新兴系统具有破坏自身长期稳定的能力，这一基本认识要求我们从伦理和认识论的角度来看待现实世界，既要了解大都市，也要了解我们是如何对城市未来进行科学观察的。

在过去的十年中，技术创新造就了除颤器。除颤器由于价格便宜，被广泛使用，全球的许多城市都在其城市中的多个地点安放了除颤器。2005年至2013年间，仅在

日本，除颤器的数量就从不到一万一千台激增到四十余万台<sup>4</sup>。在突发心脏病救援中，每晚一分钟得到治疗，突发心脏骤停的病人的生存机会就会下降10%。如果在病人发病1分钟内就用除颤器进行干预，病人的生存几率将提高到90%。除颤器打破了城市原先运行的节奏，也改变了医院与患有严重心脏疾病患者间的关系。在突发心脏病抢救中，公众可以直接方便地使用除颤器，远比从医院派出救护车更加有效，毕竟大多数城市都异常拥堵<sup>5</sup>。

## 方面二：路径依赖性，市场圈定和优步手机软件

所有公共卫生系统都存在的一个问题是技术的发展往往先于不动产市场。在北半球，基层医疗体系的分布大致是围绕中风、癌症或肺功能疾病进行分布的。这种分布受到医疗资源分布和最新科技技术渗透度的限制。在中国，自1978年改革开放后，初级医疗的公共投资减少，而私人保险和用于支付保险所需的储蓄大量增加<sup>6</sup>。过多的储蓄降低了消费，进而减少了经济增长。近年来，中国将减少民众储蓄、扩大内需和刺激经济增长作为主要方针，分担了社会整体医疗保险需求的压力，从而促进经济增长和社会平等发展。印度采用了更加务实创新的做法，德里市政府借用了“城市蹲点”的概念，创新地在城市公共区域中打造了莫哈拉诊所，利用“临时性”的建筑解决了紧急医疗需求<sup>7</sup>。与之相反，中国和欧洲的卫生系统将城市视为公共空间，但在地理与历史层面上，却可能被固定在特定的区域当中。这反映了现存的地产逻辑是针对先前技术修正的过时回应。

同样，全球城市都呈现出了汽车密集的特

征，这促使城市向外扩张以及向郊区迁移，以降低城市人口密度。诸如滴滴和优步等共享出行类应用有时被视为过度依赖私家车这一问题的解决方案。但是，此类应用程序是否能解决上述问题，从某种程度上取决于这个城市的市场结构（以及路径依赖性）。在类似于约翰内斯堡和墨西哥城等不受监管的城市的市场中，这些应用程序可以迅速打破原有的规则；但在诸如巴黎、纽约或伦敦等监管更为严格的市场中，则难以颠覆原有的规则。公司本身借助应用程序盈利，这种盈利是押宝在城



**5.32 billion  
US dollars**

Uber's largest ever single  
quarterly loss was posted  
in 2019

市流动性上的。2019年，优步遭受了有史以来最大的单季度亏损，高达53.2亿美元。投资者将赌注押在一个具有颠覆性的趋势上：在未来，食品或服务产品的流动模式将会变成以数据为驱动的新的流动模式，而优步将会利用其具有革新意义的无人驾驶汽车进行运送从而盈利。数据就像是新的石油。如果优步的无人驾驶汽车可以为更长的旅程营造出舒适的场景，可能会导致城市扩张；如果优步鼓励人们利用便捷的交通，自由地在城市中心附近享受各种设施，便可能导致城市居住密度的上升，这些都可能产生新的环境问题<sup>8</sup>。

类似的流动与迁移将如何塑造未来城市，取决于管理方式以及科技如何改变未来“城市居民”的行为方式，这引出了开放系统的第三个方面，即如何使用不同的技术。

### 方面三：技术采用、通约以及苹果手表

2018年3月18日，伊莱恩·赫兹伯格在亚利桑那州坦佩被Uber的自动驾驶测试车撞死，这是首例自动驾驶汽车导致行人死亡的事故。无人驾驶汽车产生了新的道德困境，我们该如何精准地衡量它们的风险以及在未来城市中，人们会如何看待他们？

21世纪，当我们与自动驾驶汽车共用街道时，我们该如何看待和解决不遵守交通规则的行为、摇摇晃晃的自行车骑行者与行走缓慢的老年人和自动驾驶汽车之间的道德关系？

科技变革不可避免地引发了道德、行为和经济等方面的问题。

科技革新的影响取决于行为改变的程度，有时也取决于“推动”行为改变的程度，苹果手表便是一种促使人们测量锻炼计划以健康生活的设备。私人保险公司也通过此类设备激励自我监督。在英国，有一家公司愿意支付350英镑购买苹果手表，作为私人医疗保险的一部分，通过苹果手表为该公司收集被保险人的运动活动数据。这么做似乎并没有什么错，但是保险公司将收集的数据向上汇总，同时向下利用个性化数据衡量个人保险精算风险和保费支付水平。保险精算风险为私人保险提供了合理的数据计算（数据就像原油），但同时也暴露了公众对企业参与公共卫生监管的担忧。

我们如何协调个人权利与利用苹果手表等设备收集的大数据的商品价值？在某种程度上，这引发了对不同价值体系与价值的考量：我们如何使它们可计算，我们如何分辨和判断未来城市的流动性，公共卫生、经济繁荣或社会需要？道德判断、经

济需求、集体需求和个人权利的重叠使得这种需要通约性的权衡变得可以实现。

复杂的系统逻辑说明了以城市的角度看待问题需要认识到地理的特殊性以及具有路径依赖型的社会服务，从而发现区域内的相关机会，实现定制化，针对“邪恶的”城市问题的“笨拙的”解决方案更加合理<sup>9</sup>。南半球的城市有潜力跨越20世纪以汽车为基础的城市化，打破水和废弃物组成的浪费型城市新陈代谢的枷锁。但同样，欠发达地区的不同生态，在世界的某些特定地区也占有重要地位，对美好生活的不同观点平衡了城市公地、市场结构和权利制度自由这些必要的事情。他们可以分享的是对新城市科学的力量和实时预测能力的认识，当复杂系统中出现了偶发创新，不同地区应根据不同的通约体系采用不同的应用方式，这些方式需要对城市未来进行实验性的配置，而这又需要跨城市体系的创新性知识交流。“PEAK Urban”创造了一个框架，通过该框架，城市可以本能地、灵活地应对技术的革新，既乐观又现实地看待技术变革对未来发展的影响<sup>10</sup>。

## 参考文献

1. Open and closed design. Richard Sennett. New York: Social Sciences Research Council, citiespapers.ssrc.org, accessed 25th February 2017
2. Batty, M. 2013 Urban Informatics and Big Data A Report to the ESRC Cities Expert Group Swindon: ESRC
3. Urry, J. (2016) What is the Future? London: Polity
4. Kitamura, T., Kiyohara, K., Sakai, T., Matsuyama, T., Hatakeyama, T. Shimamoto, Izawa, J., Fujii, T., Nishiyama, C., Kawamura, T. and Iwami, T. (2016). Public-access defibrillation and out-of-hospital cardiac arrest in Japan. *New England Journal of Medicine*, 375(17): 1649-1659.
5. Deakin, C.D., Anfield, S. and Hodgetts, G.A. (2018). Underutilisation of public access defibrillation is related to retrieval distance and time-dependent availability. *Heart*, 104(16): 1339-1343.
6. Liu, G. G., Vortherms, S.A. and Hong, X. (2017). China's health reform update. *Annual Review of Public Health*, 38(1): 431-448; Yue, D., S. Ruan, J. Xu, W. Zhu, L. Zhang, G. Cheng and Q. Meng (2017). "Impact of the China Healthy Cities Initiative on Urban Environment." *Journal of Urban Health* 94(2): 149-157.
7. Bhan, G. (2019). Notes on a Southern urban practice. *Environment and Urbanization*, 31(2): 1-19.
8. The Economist, 2018 Special Report on Driverless Cars March 1st <https://www.economist.com/special-report/2018/03/01/autonomous-vehicle-technology-is-advancing-ever-faster>, accessed January 12th 2020
9. Thompson, M. and Beck, M. B. 2014 'Coping with change: urban resilience, sustainability, adaptability and path dependence *Future of Cities Foresight : Working Paper* London: Foresight, Government Office for Science
10. Keith, M. (2020) 'Knowing the 21st century city' <https://www.peak-urban.org/blog/knowning-21st-century-city>; Keith, M. and Santos, A.(eds) (2020) *Urban transformations and public health in the emergent city*. Manchester: Manchester University Press;

# 大数据围猎新冠病毒

## 计算社会经济学：一种定量评估可持续发展目标实现进展的数据驱动研究框架

高见, 周涛, 刘权辉  
新经济发展研究院INED

数据采集和处理能力的提升，人工智能和统计机制研究的进展，已经在迅速和深刻地改变着社会和经济研究的方法论。近年来，由大数据和人工智能驱动的社会科学研究范式转变，为定量评估联合国可持续发展目标（Sustainable Development Goals, SDGs）的进展，提供了一系列有潜力和新的数据驱动方法。这种转变涉及到的领域非常广泛：消除贫困到健康和福祉，从性别平等到优质教育，从经济增长到创新和基础设施。国家各级政府部门都能从应用“计算社会经济学”<sup>1</sup>（Computational Socioeconomics）框架下的新方法中获益，以更高的效率和更低的成本来评估在时间和空间维度上实现可持续发展目标的进展。

### 新方法论的转变

社会和经济研究变得越来越依赖于分析真实数据。然而，传统获取真实数据的方法面临很多局限性。例如，更大规模和更精准数据的获取过程，通常会消耗大量的社会资

源且缺乏及时性。幸运的是，近几十年来数字化浪潮席卷全球，社会经济领域的研究人员面临前所未有的机遇，发展出一套基于真实数据的量化研究方法论。特别地，交叉学科研究方向“计算社会经济学”（Computational Socioeconomics）的出现恰逢其时。

社会经济发展和人类活动过程中的数据，被越来越多的传感设备、在线平台和数据采集终端（例如：遥感卫星、手机、社交媒体和在线交易平台等）所记录下来<sup>2,3</sup>。另一方面，这些数据体量更大、更新几乎实时且分辨率更高，可以减少很多源于小数据规模的稀疏性和偏差，也能减少社会经济发展过程中的不可见部分。因此，基于这些大规模的、新颖的数据，我们原则上可以在感知社会经济状况、评估社会经济发展进度、预测未来的社会和经济发展趋势等方面取得长足的进步<sup>4</sup>。

新数据的体量和多样性的不断增加，给研究方法论带来了两个方面的改变。一方面，简单的统计工具不适用于分析非结构化数据，



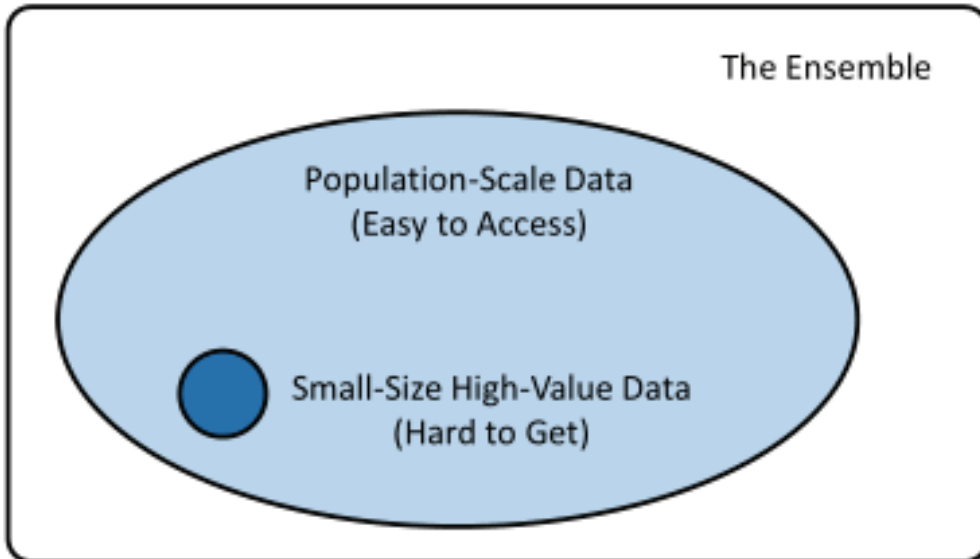


图1. 计算社会经济学框架下的新型数据集示例  
来源:Gao, Zhang & Zhou. Physics Reports, 2019.

例如街景图像和文本内容。研究人员迫切地需要掌握更先进的数据挖掘和机器学习技术<sup>5</sup>。另一方面，利用全体尺度数据，可以专注于分析一小部分的抽样子集，然后对数据添加高价值的新维度。利用传统采集方法，例如问卷调查，可以方便获得数据的新维度。基于小样本数据训练得到的模型，能够从原始数据中推断出新维度。进一步把模型应用到整体数据集，可以获得所有个体数据的新维度。

这种新的集成分析框架囊括了一些常规方法，例如采样、标注和问卷，但它在实践应用中的作用更强大。例如，获取移动通信和行为活动相关的全体数据相对比较容易，而如果不进行全体规模的经济普查，就很难知

道每个家庭的家庭收入情况。在新的计算社会经济学框架下（图1），我们首先通过常规问卷调查，获得一些家庭的家庭收入数据。然后，利用已经获得的小规模数据训练机器学习模型，进而基于家庭成员的手机数据预测一个家庭的家庭收入情况。

尽管推断出来的数据并不完美，但如果预测算法设计地非常好，预测结果可以与真实数据非常接近。值得注意的是，新框架具有一个非常显著的优势，即能以很低的成本获得几乎所有个体的高价值数据。结合容易获取的全体尺度数据、高价值但难以获取的小样本数据、以及适当选择和精心设计的算法，就能推断出所有个体的高价值数据。这种研究框架是计算社会经济学研究的一种创新的

和具有代表性的方法论（图1），显示出了社会科学和计算机科学方法的深度融合。

## 感知贫困和经济增长

以近乎实时的和低成本的方式揭示社会和经济发展的状况，是阻碍实现联合国可持续发展目标（Sustainable Development Goals, SDGs）的长期问题之一。为了实现消除贫困的发展目标，第一步就需要准确地绘制贫困的空间分布地图。计算社会经济学中引入的新数据和新工具，例如卫星遥感数据和手机数据，已被用来更好地揭示、解释和预测全球贫困状况和经济增长情况。

遥感卫星提供的高分辨率数据，例如夜间照明（nighttime lights, NTLs）卫星图像数据，已经被用于推断与经济活动相关的信息，尤其针对传统经济普查数据不足的发展中国家。夜间照明数据可以清晰的指示出经济发展的空间分布。例如，Jean等人<sup>6</sup>应用深度学习算法关联分析了夜间照明数据和日间卫星图像数据。夜间照明数据能够预测财富的空间分布，而日间卫星图像包含更丰富的地表特征信息。利用从日间卫星图像中提取的特征，预测五个非洲国家的平均家庭资产情况，最高可解释75%的经济情况差异性。另外，该方法能够以很高的准确度重建出基于问卷调查得到的区域贫困指标。

手机能够记录大量的信息，这为获取个体层面的数据提供了一种十分有效的方法。基于与消费和生活支出相关的手机记录数据，能利用机器学习方法推断个体的社会经济状况，进而聚合得到国家和地区层面的社会经济状况估计。例如，Blumenstock等人<sup>7</sup>提出了一种新方法探究发展中国家的手机使用情况与财富之间的关系，通过分析卢旺达的手机数据，例如所联络的不同地区的数量，他们发现家庭的支出与手机的使用情况正相关。Blumenstock等人<sup>8</sup>对部分手机用户进行后续访谈获得追踪数据，发现应用机器学习算法能很好地预测个体财富水平，准确地识别出相对比较贫困的个体。随后，他们对样本外的150万手机用户进行了预测，生成了高分辨率和准确性的卢旺达财富状况分布地图。文中提出的方法非常有应用前景，能用于描绘整个国家人口的财富和社会经济分布情况。

理解如何实现经济繁荣，是经济增长研究面临的长期挑战。Hidalgo和Hausmann<sup>9</sup>提出了一种新的称为经济复杂性（Economic Complexity Index, ECI）的非货币性指标，能定量评估国家未来经济增长的潜力。具体而言，他们提出了一种“反映法”（Method of Reflections, MR）来表征国际贸易中“国家-产品”二部分网络的结构，这种“反映法”产生的变量可以被当做经济复杂性度量指标。实证结果



此外, 社交网络平台上的个人行为数据, 也被用来评估个体的人格特征和心理状态, 如抑郁和自杀倾向。

表明, 国家的经济复杂性与他们的收入水平非常相关, 并且经济复杂性可以预测国家未来经济增长。随后, 统计物理方法也被用来定义一组新的指标, 能够刻画国家的健壮性 (Fitness) 和产品的复杂性 (Complexity)。在预测五年人均GDP上, Tacchella等人<sup>10</sup>提出的这种方法的准确率比国际货币基金组织 (IMF) 的现有方法高25%以上, 并且其误差是可预测的。这些复杂性和健壮性指标, 已经被用于定量刻画不同尺度上的经济复杂性和发展状况, 例如中国的区域经济复杂性<sup>11</sup>。

### 感知区域和城市

高分辨率的数据和不断改进的方法, 使我们能够揭示区域和城市层面的经济活动和社会经济状况。例如, 源自于夜间照明 (NTLs) 和超高分辨率 (very high resolution, VHR) 图像的指标, 已被用来描绘出具有精细时空粒度的贫困分布地图。特别是, 来自手机和Google街景的新数据, 为感知城市和社区提供了一种非常有前途的方法。

贫民窟在中低收入国家中比较常见, 这些国家的基础服务 (例如供水、电力和卫生设施) 质量往往很差。识别和监测贫民窟地区, 对于实施旨在改善生活条件的政策具有

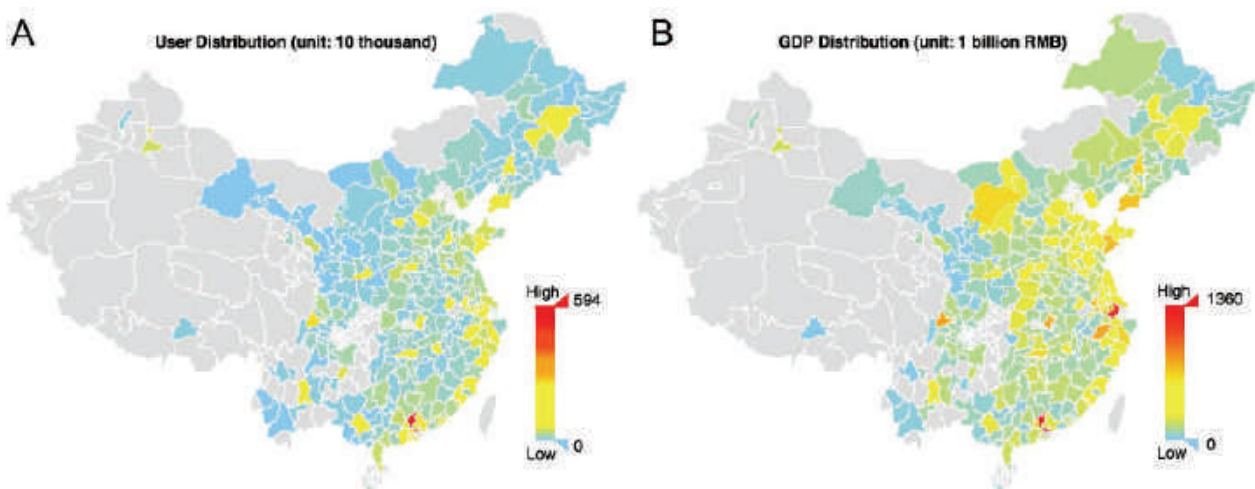


图2.中国地级市2012年(A)在线活动强度和(B)GDP数值的空间分布情况

来源:Liu et al. Physica A, 2016.

重要意义。最近，超高分辨率图像数据已经越来越多地用于清查贫民窟的位置和物理组成。例如，Kit等人<sup>12</sup>提出了一种“隐秘”（lacunarity）的概念，用来识别印度海得拉巴（Hyderabad, India）地区的贫民窟。他们使用的最佳模型能以高达83.33%的准确性识别贫民窟地区，且能追踪2003年至2010年期间贫民窟地区的变化模式。类似地，Kuffer等人<sup>13</sup>利用灰度共生矩阵（gray-level co-occurrence matrix, GLCM）的方差来从超高分辨率图像中识别出贫民窟地区。结果表明，在随机森林分类器（random forest classifier）中，通过向灰度共生矩阵添加谱信息（spectral information），可以将算法整体的准确性提高到90%。

社交媒体（social media）数据已被用于跟踪社会经济发展状况。例如，基于中国近2亿微博用户的注册位置信息，Liu等人<sup>14</sup>分

析了在线活动情况与社会经济指标之间的关系（图2）。结果发现，在线活动强度与社会经济指标密切相关，这表明能从城市级别的在线活动中推断出社会经济发展水平。尤为重要的是，他们进一步提出了一种检测异常城市的方法，这些城市的GDP水平远远高于拥有相同注册用户数量的其他城市。类似地，基于来自Gowalla平台的美国朋友关系和地理位置数据，Holzbauer等人<sup>15</sup>研究了区域经济发展水平和社会连接量化测度之间的关系。他们发现，美国跨州长程联系与三个经济指标密切相关，包括GDP水平、专利数量和创业公司数量。

众包方法和计算视觉技术已用于衡量城市的宜居性、安全性和不平等性，推断城市生活状况以及量化城市街道景观的变化。例如，基于几千张带有地理标记的街景图像数据，Salesses等人<sup>16</sup>提出了一种测量城市感观安

全性、等级性和独特性的方法，并将其应用到两个美国城市和两个奥地利城市。他们发现，两个美国城市的街景在感官上更加不平等。另外，城市街景感观的空间变化，有助于解释纽约地区（邮编分辨率）的暴力犯罪率变化。随后，基于在线问卷调查得到的数据，Naik等人<sup>17</sup>提出了一种场景理解模型，称为“街景评分”（Streetscore），利用通用图像特征来预测从街景图像中感知到的安全性。邻里区域的物理外观不是一成不变的，而是随着时间不断变化。Naik等人<sup>18</sup>提出了一种计算机视觉方法，基于不同时间的街景图像理解城市的物理外观动态变化。他们发现，能提升邻里区域物理外观状况的因素包括：较大的教育和人口密度、靠近市中心的地理位置以及良好的初始外观风貌。

基于深度学习的计算机视觉技术已应用于分析数字图像，提供了一种更快速、更低成本的社区调查替代方案。例如，Geburu等人<sup>19</sup>提出了一种新方法，能从200个美国城市的5000万张街景图像中估算出社会经济发展趋势。他们首先利用目标识别算法，从图像中自动检测出2200万辆不同车辆，然后使用卷积神经网络（convolutional neural network, CNN）确定车辆的特征，并将每辆车归类到2657个详细类别。基于所得到的数据，他们训练逻辑回归模型（logistic regression model）来估计种族和教育水平，采用岭回归模型（ridge regression

model）来估计收入和选民的偏好。与美国社区调查数据（American Community Survey）相比，得到的人口统计学估计在城市水平上具有非常不错的准确性。另外，该方法还能在更细粒度（邮编分辨率）下保持良好的准确性。例如，在估计西雅图的亚洲人占比时，在邮编分辨率级别上的预测结果与社区调查数据表现出高度的一致性。

## 性别平等和社会隔离

个体的人口属性会对其社会经济水平产生显著的影响，然而基于问卷访谈和人口普查的传统方法，在解析个人状况上成本高昂，且时间非常滞后。最近，来自社交媒体和手机等新型数据源的大规模数据，已逐渐替代性地用于预测个体的人口统计特征以及分析社会和宗教隔离。此外，社交网络平台上的个人行为数据，也被用来评估个体的人格特征和心理状态，如抑郁和自杀倾向。

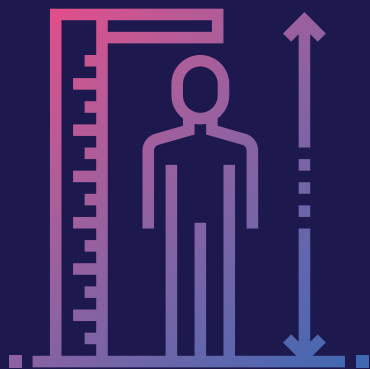
手机数据和在线数据已经用于推断人口统计信息，尤其是性别。Frias-Martinez等人<sup>20</sup>分析了通话详细记录（call detail records, CDRs），发现男性和女性用户在行为和社交模式方面存在显著差异，例如通话时间和在社交网络中的连接度。他们提出了一种半监督分类算法（semi-supervised classification algorithm），能以高达

80%的精度识别手机用户的性别。Felbo等人<sup>21</sup>应用一种卷积神经网络架构，把每周的手机通讯数据转换为高阶的行为特征，然后应用卷积滤波器将不同周的行为模式聚合起来。基于带有径向基函数核（radial basis function kernel）的支持向量机（SVM），他们设计了一种二步模型，在性别预测上的准确率达到79.7%，效果略优于目前的最新方法。在研究在线平台使用的性别差异上，Mislove等人<sup>22</sup>根据推特（Twitter）用户的姓氏来推断性别，其中推特用户量覆盖超过1%的美国人口。他们发现，71.8%的推特用户为男性，显示出推特用户的显著性别差异，更加倾向于男性用户。针对劳动力市场的身高溢价（height premium）问题，Yang等人<sup>23</sup>分析了超过14万中国求职者的简历数据，发现身高溢价对女性的影响大于对男性的影响。特别地，随着教育水平的提高，身高溢价的性别差异逐渐减小；在固定所有控制变量之后，性别差异变得不显著。

通过应用新的大规模数据，不同社会经济水平的人口城市隔离也逐渐被展开研究。例如，基于路易斯维尔（Louisville）带有地理标记的推文数据，Shelton等人<sup>24</sup>提出一种研究邻里内部隔离、流动性和不平等的方法。他们发现，路易斯维尔的邻里状况可以理解为流动性（fluid）、多空度（porous）和积极活动（actively produced）。类似地，基于一款手

机应用跟踪的数据，Yip等人<sup>25</sup>分析了香港人的移动行为模式。他们发现，人们与其他收入群体的互动是有限的：富人倾向于搬到富人区，而穷人倾向于搬到穷人区。最近，Louf和Barthelemy<sup>26</sup>更为直接地定义了居民隔离，发现高密度地区的富裕阶层人数过多。由此，他们特别建议将人口密度作为理解城市收入结构、解释城市中观察到的差异的相关因素。

来自社交网络的数据也已用于研究宗教隔离和城市本土化。通过分析基于微博数据构建的宗教社交网络，Hu等人<sup>27</sup>对宗教隔离进行了量化分析。他们发现，宗教网络呈现出高度隔离，宗教隔离的程度高于种族隔离。此外，有46.7%的跨宗教联系可能与慈善议题有关，这表明慈善活动在促进跨宗教交流中的重要作用。通过分析中国五个大城市大约137万次签到记录（check-ins），Yan等人识别出了本地人和外地人的独特人口流动行为模式。他们发现，本地人访问地理位置频率的空间分布相对均匀，因为他们通常会重复访问对个人来说重要的地理位置。相比之下，外地人访问地理位置频率的分布更趋异质，因为他们倾向于访问热门地区。有了这样的洞见之后，Yang等人<sup>28</sup>提出了一种称为“本地化系数”（indigenization coefficient）的指标，能完全基于签到行为数据估计一个人是本地人的可能性，或一个人在多大程度上表现得像本地人。该方法能用于估计外地人与本地



针对劳动力市场的身高溢价(height premium)问题, Yang等人分析了超过14万中国求职者的简历数据, 发现身高溢价对女性的影响大于对男性的影响。

人表现出相同的行为模式所需的时间, 并且可以提高人口流动性的预测准确性。

## 气候行动和救灾

气候变化和灾害监测对社会和经济系统至关重要。随着城市化进程的加快和气候的不断变化, 当前很多地区面临着前所未有的突发事件和自然灾害, 这些灾害对人类的生活和经济发展造成了许多威胁。为了应对这些问题, 亟需迅速的态势感知和有效的管理策略, 以减少人类苦难和经济损失。在农村地区, 对自然灾害的评估通常会很延迟, 给灾害响应和救济带来困难。在城市地区, 检测自然灾害(例如地震、洪水和飓风)不但对政府的快速灾难响应至关重要, 还对深入理解极端情况下的人类行为有意义, 将有助于更好地设计救灾策略。

新数据源已被用于提高灾难感知和应急管理, 例如遥感卫星、手机和社交媒体, 这些数据的显著优势在于获取成本低、更新及时和时空分辨率高。特别地, 深度学习算法已经用于分析卫星遥感数据, 更快速地绘制地震灾情地图。针对2010年海地(Haiti)地震, Cooner等人<sup>29</sup>评估了几种深度学习算法在检测地震破坏中的有效性。他们发现, 利用多层前馈神经网络框架(multilayer feedforward neural network framework)从卫星图像中提取的空间纹理和结构特征, 能以低于40%错误率识别出受损的建筑物。类似地, Bai等人<sup>30</sup>提出了一种深度学习算法, 绘制2011年日本东北地方太平洋近海地震(Tohoku Earthquake-Tsunami)造成的破坏地图。利用他们算法分析灾前和灾后图像, 能对地震造成的损害进行分类, 总体准确率为70.9%。

基于手机数据的快速应急事件识别，可以提高人道主义救援的响应能力，减少极端事件造成的损失。结合卢旺达手机活动数据和官方事件记录数据，Dobra等人<sup>31</sup>开发了一套行之有效的系统，能够识别在许多紧急事件和非紧急事件下具有异常行为模式的日期。手机数据也已用于评估大规模灾难中的人口应急安置，提高应急响应速度。例如，Lu等人<sup>32</sup>研究了海地（Haiti）地震后人口迁移的可预测性。他们发现，地震发生后的三个月内，由于人口迁移，海地最大城市太子港（PaP）中的人口减少了23%。另外，在前三周内离开太子港的人群的目的地，与他们在正常时间的移动模式密切相关。

社交媒体是非常有价值的信息来源，有助于获取态势感知，检测和定位紧急事件，提高灾难应急响应，并改善救灾效果。社交媒体数据的逐步应用，已经改变了地震检测和预警的方法，可以在几分钟内根据与地震相关的推文绘制地震的分布图<sup>33</sup>。例如，Acar等人<sup>34</sup>研究了推特上的地震信息共享，分析了2011年日本东北地震中来自两个受灾地区附近的推文，他们发现，直接受灾地区的人们在推特上表达自己的不确定、不安全状况，而远离受灾地区的人们在推特上向粉丝们传递自己是安全的信息。社交媒体数据也已越来越多地用于即时性的洪水监控和灾情绘制。例如，Arthur等人<sup>35</sup>利用推文数据来识别和定位英国的洪水事件。他们收集了

包含洪水相关术语的推文，通过分析许多指标（例如提到的地名和GPS坐标）来定位洪水事件。进而，根据带有地理标记的相关推文，制作了高质量的洪水事件地图，并通过官方数据验证了洪水事件地图的可靠性。

## 良好健康与福祉

SDG3的目的是使全人类过上健康和幸福的生活。在过去的十年，随着社会经济的发展 and 大数据时代的到来，人们在延长预期寿命、降低婴儿和产妇死亡率等方面取得了阶段性的成果。同时随着可利用的数据资源越来越丰富，许多基于数据的模型被建立，并在疟疾、季节性流感、大流行等传染病的预防等方面得到了广泛的应用，并且取得了很多重大进展。

由美国疾病预防控制中心（CDC）发表的一份报告显示，从2005年到2018年<sup>36</sup>，美国平均每年大约有2841万个人感染流感、461111个病人需要住院治疗、40500个病人的死亡与流感相关，进而每年造成58亿美元的经济负担<sup>37</sup>。由于流感病毒的血凝蛋白的进化，季节性疫苗的效力取决于疫苗所含抗原与流感病毒循环株所含抗原的匹配程度。Sah等人<sup>38</sup>研究假设如果用75%的有效通用疫苗替代10%的典型季节性疫苗，采用疾病预防控制中心的监测数据建立流





行病传播模型，他们发现这种替换每年大约可避免530万例病例、81000例住院病人和6300例与流感相关的死亡。利用美国603个城市每周温度、相对湿度和大气压数据，Dalziel等人建立了一个基于气候的易感染态-暴露态-感染态-移除态-易感染态流行病传播模型。他们发现，城市的发病率与城市人口规模成正相关，小城市的流感季节周期较短。他们的研究进一步还表明城市中心在高峰气候条件外孕育的关键传播链能够改变群体免疫的时空几何学。为了更好的理解和预测流行病的传播，Liu等人<sup>39</sup>基于意大利和荷兰两个国家高度精细化的社会人口统计数据，分别建立符合两个国家人口社会统计特性人工社会网络的子集，并采用真实流行病传播数据估计参数，发现流行病学经典理论在具有社会接触结构的人工社会网络上会失效。而针对流行病学经典理论的失效，他们基于贝叶斯理论提出一种方法能够较准确地预测流行病有效再生数，从而为流行病传播的演化和预测提供相关依据和支撑。Litvinova等人<sup>40</sup>通过一项基于日记的接触调查实验，收集流感季节期间学校关闭之前和学校关闭之后人群的接触行为数据，同时综合这些微观的接触行为数据和宏观的社会人口统计数据，建立一个创新的混合的流行病传播模型，他们首先用真实数据验证了逐步反应性的学校关闭政策能够有效地缓解流行病的传播。

新发传染病如2003年的SARS、2009年的H1N1以及2019年的新型冠状病毒（COVID-19）的出现和流行严重影响成千上万甚至更多人的正常生活。由于新发传染病疫苗的缺乏和全球化的蔓延，高致病性的新型传染病增加了世界上各城市的入侵风险。Brockmann等人<sup>41</sup>根据航空流量数据，通过定义有效距离能够准确地预测疾病达到各个城市的时间，并在2003年的SARS和2009年的H1N1真实数据中得到验证。Zhang等人<sup>42</sup>建立了一个数据驱动的流行病传播模型，该模型考虑全球各地区的人口数据、地区之间人群的流动性、社会经济、温度和媒介密度等数据，估计得到寨卡病毒进入到巴西的时间并揭示了寨卡病毒在美洲的传播特征。针对2019年新型冠状病毒（COVID-19），Chinazzi等人<sup>43</sup>建立了一个基于个体的集合种群网络的流行病传播模型，该网络模型将全球190多个国家和地区分割成3300多个区域，各个区域之间由人口流动数据建立联系。他们基于中国境外发现的病例的相关信息，率先估计得到武汉潜在的疫情规模和基本再生数。类似于Chinazzi，Imai等人<sup>44</sup>也采用海外确诊病例人员的信息以及武汉国际机场的交通流量，估算得到新型冠状病毒在中国传播的基本再生数，与Chinazzi<sup>43</sup>的结果很相近。

## 愿景和行动

来自社会经济系统的大规模、高分辨率数据的可用性，已经提供了一种改善城市空间公平性的新途径。例如，通过分析两个西班牙城市的银行卡交易数据，Louail等人<sup>45</sup>提出了一种自下而上的方法以改变个人的少部分购物行程来重新分配资金流动，实现更加平等的发展目标。具体而言，他们首先构建了“个人-业务”两个部分的空间网络，其中每条连边代表银行卡交易。然后，他们对“个人”和“业务”的连边进行重新连接，把个人的交易重新分配到位于不同社区的同一业务类别上。这样做的目标是，在社区之间重新平衡商业收入，但保留人口流动的基本特征。他们发现，仅需重新分配大约5%的个人交易记录，就能减少邻里之间80%以上的收入不平等性，甚至还能改善其他可持续发展指标，例如总体旅行距离和空间融合情况。他们的工作呈现了一种出色的众包（crowdsourcing）应用，即“罗宾汉效应”（Robin Hood effect），将资本重新分配以减少不平等。

计算社会经济学中引入的方法和数据源，将有益于开展针对实现可持续发展目标和评估这一进程的行动。特别是，在大数据和人工智能的推动下，本文提到的计算社会经济学中的新颖观点和创新方法，将很有希望成为促进实现可持续发展目标行动的主流研究框架。

## 参考文献

1. Gao, J., Y.-C. Zhang, and T. Zhou, Computational socioeconomics. *Physics Reports*, 2019. 817: p. 1-104.
2. Gao, J. and T. Zhou, Big data reveal the status of economic development. *Journal of University of Electronic Science and Technology of China*, 2016. 45(4): p. 625-633.
3. Mayer-Schonberger, V. and K. Cukier, *Big Data: A Revolution That Will Transform How We Live, Work, and Think*. 2013, New York, NY, USA: Houghton Mifflin Harcourt.
4. Gao, J., *Research on the Spatial Structure and Dynamics of Socio-Economic Systems*. 2019, University of Electronic Science and Technology of China.
5. Lecun, Y., Y. Bengio, and G. Hinton, Deep learning. *Nature*, 2015. 521(7553): p. 436-444.
6. Jean, N., et al., Combining satellite imagery and machine learning to predict poverty. *Science*, 2016. 353(6301): p. 790-794.
7. Blumenstock, J., Y. Shen, and N. Eagle. A method for estimating the relationship between phone use and wealth. in *QualMeetsQuant Workshop at the 4th ACM/IEEE International Conference on Information and Communication Technologies and Development*. 2010. ACM Press.
8. Blumenstock, J., G. Cadamuro, and R. On, Predicting poverty and wealth from mobile phone metadata. *Science*, 2015. 350(6264): p. 1073-1076.
9. Hidalgo, C.A. and R. Hausmann, The building blocks of economic complexity. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2009. 106(26): p. 10570-10575.
10. Tacchella, A., D. Mazzilli, and L. Pietronero, A dynamical systems approach to gross domestic product forecasting. *Nature Physics*, 2018. 14(8): p. 861-865.

11. Gao, J. and T. Zhou, Quantifying China's regional economic complexity. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 2018. 492: p. 1591-1603.
12. Kit, O., M. Lüdeke, and D. Reckien, Texture-based identification of urban slums in Hyderabad, India using remote sensing data. *Applied Geography*, 2012. 32(2): p. 660-667.
13. Kuffer, M., et al., Extraction of slum areas from VHR imagery using GLCM variance. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 2016. 9(5): p. 1830-1840.
14. Liu, J.-H., et al., Online social activity reflects economic status. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 2016. 457: p. 581-589.
15. Holzbauer, B.O., et al. Social ties as predictors of economic development. in *Proceedings of the 12th International Conference and School on Advances in Network Science*. 2016. Springer.
16. Salesses, P., K. Schechtner, and C.A. Hidalgo, The collaborative image of the city: Mapping the inequality of urban perception. *PLoS ONE*, 2013. 8(7): p. e68400-e68400.
17. Naik, N., et al. Streetscore--Predicting the perceived safety of one million streetscapes. in *2014 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops*. 2014. IEEE Press.
18. Naik, N., et al., Computer vision uncovers predictors of physical urban change. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2017. 114(29): p. 7571-7576.
19. Gebru, T., et al., Using deep learning and Google Street View to estimate the demographic makeup of neighborhoods across the United States. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2017. 114(50): p. 13108-13113.
20. Frias-Martinez, V., E. Frias-Martinez, and N. Oliver. A gender-centric analysis of calling behavior in a developing economy using call detail records. in *Proceedings of the 2010 AAAI Spring Symposium: Artificial Intelligence for Development*. 2010. AAAI Press.
21. Felbo, B., et al. Modeling the temporal nature of human behavior for demographics prediction. in *Proceedings of the European Conference on Machine Learning and Knowledge Discovery in Databases*. 2017. Springer.
22. Mislove, A., et al. Understanding the demographics of Twitter users. in *Proceedings of the Fifth International AAAI Conference on Weblogs and Social Media*. 2011. AAAI Press.
23. Yang, X., et al., Height conditions salary expectations: Evidence from large-scale data in China. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 2018. 501: p. 86-97.
24. Shelton, T., A. Poorthuis, and M. Zook, Social media and the city: Rethinking urban socio-spatial inequality using user-generated geographic information. *Landscape and Urban Planning*, 2015. 142: p. 198-211.
25. Yip, N.M., R. Forrest, and X. Shi, Exploring segregation and mobilities: Application of an activity tracking app on mobile phone. *Cities*, 2016. 59: p. 156-163.
26. Louf, R. and M. Barthélemy, Patterns of residential segregation. *PLoS ONE*, 2016. 11(6): p. e0157476-e0157476.

27. Hu, J., Q.-M. Zhang, and T. Zhou, Segregation in religion networks. *EPJ Data Science*, 2019. 8: p. 6-6.
28. Yang, Z., et al., Indigenization of urban mobility. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 2017. 469: p. 232-243.
29. Cooner, A.J., Y. Shao, and J.B. Campbell, Detection of urban damage using remote sensing and machine learning algorithms: Revisiting the 2010 Haiti Earthquake. *Remote Sensing*, 2016. 8(10): p. 868-868.
30. Bai, Y., E. Mas, and S. Koshimura, Towards operational satellite-based damage-mapping using U-Net Convolutional Network: A case study of 2011 Tohoku Earthquake-Tsunami. *Remote Sensing*, 2018. 10(10): p. 1626-1626.
31. Dobra, A., N.E. Williams, and N. Eagle, Spatiotemporal detection of unusual human population behavior using mobile phone data. *PLoS ONE*, 2015. 10(3): p. e0120449-e0120449.
32. Lu, X., L. Bengtsson, and P. Holme, Predictability of population displacement after the 2010 Haiti earthquake. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2012. 109(29): p. 11576-11581.
33. Allen, R.M., Transforming earthquake detection? *Science*, 2012. 335(6066): p. 297-298.
34. Acar, A. and Y. Muraki, Twitter for crisis communication: Lessons learned from Japan's tsunami disaster. *International Journal of Web Based Communities*, 2011. 7(3): p. 392-402.
35. Arthur, R., et al., Social sensing of floods in the UK. *PLoS ONE*, 2018. 13(1): p. e0189327-e0189327.
36. Centers for Disease Control and Prevention, Seasonal influenza vaccine effectiveness, 2005–2018. <https://www.cdc.gov/flu/professionals/vaccination/effectiveness-studies.htm>. Accessed 26 July 2018.
37. Ozawa S., et al., Modeling the economic burden of adult vaccine-preventable diseases in the United States. *Health Aff. (Millwood)*, 2016.35, 2124–2132.
38. Sah P., et al. Future epidemiological and economic impacts of universal influenza vaccines. *PNAS*, 2019.116(41), 20786-20792.
39. Liu Q.-H., et al. Measurability of the epidemic reproduction number in data-driven contact networks. *PNAS*, 2018.115(50), 12680-12685.
40. Litvinova M., et al. Reactive school closure weakens the network of social interactions and reduces the spread of influenza. *PNAS*, 2019.116(27), 13174-13181.
41. Brockmann D., et al. The Hidden Geometry of Complex, Network-Driven Contagion Phenomena. *Science*, 2013. 342, 1337-1342.
42. Zhang Q., et al. Spread of Zika virus in the Americas. *PNAS*, 2017.114, E4334-E4343.
43. Chinazzi M., et al. Series Reports Entitled "Preliminary assessment of the International Spreading Risk Associated with the 2019 novel Coronavirus (2019-nCoV) outbreak in Wuhan City" (unpublished).
44. Imai N., et al. Transmissibility of 2019-nCoV (unpublished).
45. Louail, T., et al., Crowdsourcing the Robin Hood effect in cities. *Applied Network Science*, 2017. 2: p. 11-11.

## 如何唤醒城市活力？

处在城市要素能被全面数字化的时代，基础设施的含义不仅仅是钢筋水泥、高楼大厦，取而代之的是，是诸多软硬一体的解决方案和工具包。建筑、街道乃至整座城市可以彻底活过来。描述城市的语言体系及决策体系也随之改变。人们看到了实体城市与数字城市相互交织，共同成长。这就是以新一轮的城市基础设施为支撑的未来城市。更快的网络连接、更精准和个性化的信息服务、车路协同的自动驾驶道路、循环的生态处理体系，城市的基础设施跨越了时间和空间的限制。在这座数字镜像档案馆里，存储着城市不同时期的“喜怒哀乐”。以空间为ID和以人为ID的数字中台体系，以及能被不断复用的业务中台体系，让城市运营者真正能进行大规模的数据计算及资源调度，基础设施拥有了像产品一样进化和迭代的能力。

## 第二章

# 数字孪生城市与 持续迭代的新基建

# 数字孪生城市的 2.0进阶版本

曾辉<sup>1</sup>、郭蕾<sup>2</sup>、赵明潇<sup>3</sup>、曹宝林<sup>3</sup>

1.微众银行

2.联合国人居署

3.新经济发展研究院iNED

从1516年托马斯·莫尔的《乌托邦》，以一个旅客拉斐尔的见闻，通过假想岛屿国家乌托邦，着重描述了完整城市的构想；到1961年被引为城市规划经典的简·雅各布斯的《美国大城市的生与死》，敏锐地捕捉到城市背后的精神元素，升华性地看待都市结构的基本元素及其功能；再到2018年《头号玩家》被搬上荧幕，人们只要戴上VR设备，就可以进入与现实形成强烈反差的虚拟世界。

实与虚，科技与人文，人们对未来城市的构想恰恰反映着技术融入时代的印记。工业文明时代，城市在人们心中的形象，是以钢筋水泥为代表的高速公路、高架桥等基础设施以及各种大型的能源场站，而到了智能时代，取而代之的是，是5G、物联网、人工智能等为代表的新一轮的信息基础设施，数据也成为了五大生产要素之一被写进中国中央政府颁布的第一份关于要素市场配置的文件。而城市亦在以一种前所未有的方式生长——数字孪生，虚拟城市与实体城市相互映射、有序联动，在虚实交互中成长为可选

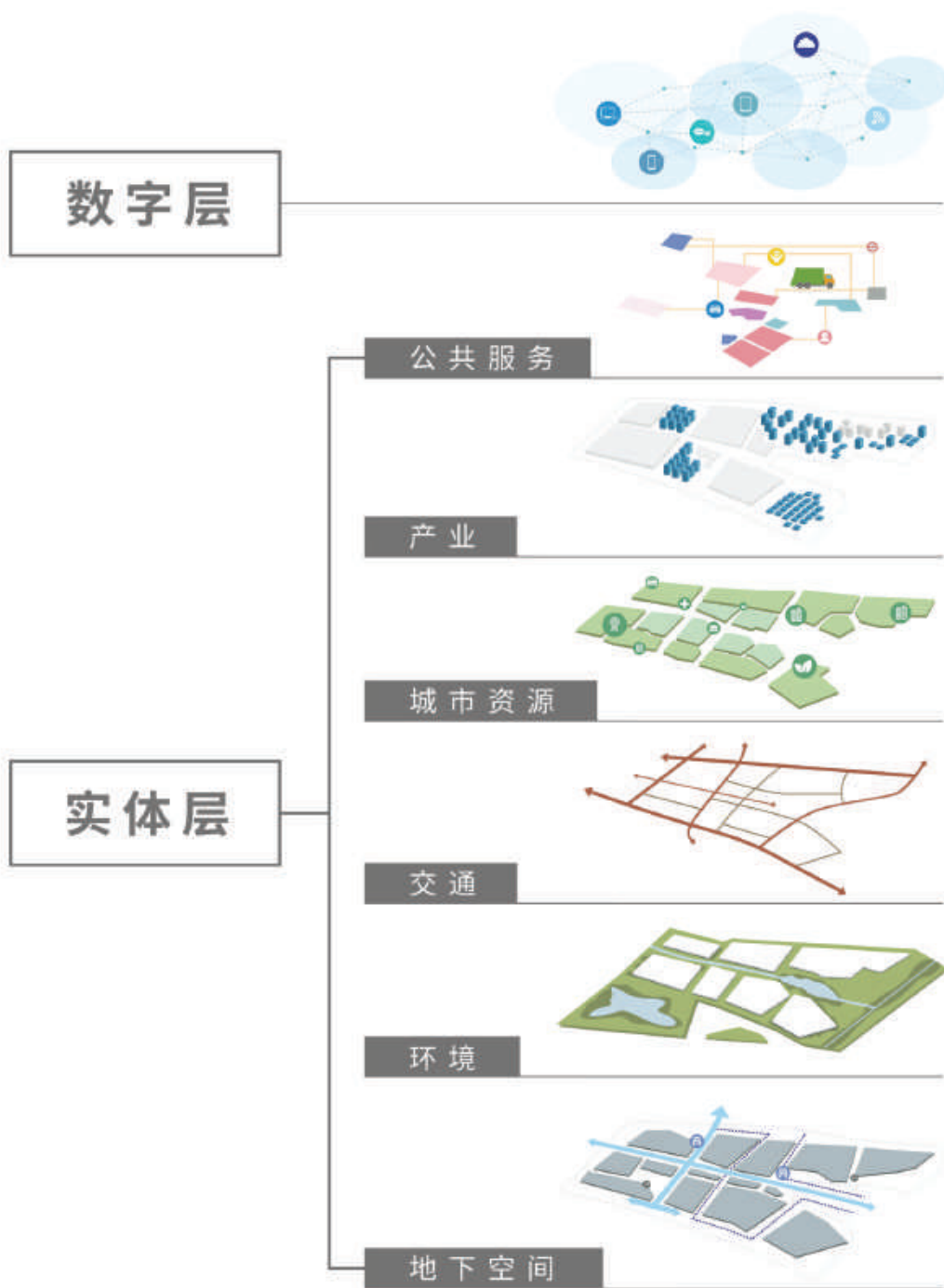
代的产品灵魂。一如《长安十二时辰》中靖安司拿出的沙盘，长安的一百零八坊、南北十四街、东西十一街，坊内曲巷和漕运水渠都映射其中，物理空间与虚拟空间得以找到同一种规则的律动。

而身处未来城市的关键转型期，城市的物理骨架与数字肌理亦在发生巨变。

谷歌旗下Sidewalk Labs在多伦多所设计的“未来社区”Quayside，宣称创建“世界上最强大的城市数据管理机制”，以“城市数据信托”的形式管理基于个人ID的数据和基于城市物理空间的数据，鼓励自动驾驶与垃圾智能处理链等创新应用。根据Sidewalk Labs自己的分析预测，这个项目会为各级财政增收约43亿美元，每年会为加拿大的GDP贡献142亿美元，2040年之前会创造4.4万个长期工作岗位。尽管这样的尝试被证明并不成功，但在机制设计、数据利用乃至打造数字新基建上的突破都对后来者有诸多借鉴意义。

在刚举行的2020年拉斯维加斯消费电子展





数字孪生城市

图片来源:新经济发展研究院INED

(CES)上, 丹麦建筑工作室BIG与日本丰田汽车公司宣布将在日本富士山附近以木制建筑和自动驾驶汽车为基础打造的“未来城市原型——Woven City”。Woven City将城市道路划分为三种类型以适应不同的速度, 包括针对自动驾驶车辆的高速道、针对个人交通工具(自行车、踏板车和丰田的i-Walk)的低速道以及人行道, 还有直通到每家每户的地下管道网络。更为重要的是, 通过人、车、建筑物、街道等的互联互通, 能在真实的生活场景和数字世界中切换, 从而实现AI技术的测试-迭代-升级。

而回到中国如今的语境下, 随着5G技术即将进入到大规模商用阶段, 技术公司纷纷下场至城市化进程下半场, 在低时延(峰值速率比4G提高了30倍)、大连接(每平方公里支持100万个传感器连接上网)、支持高速移动(支持每小时500公里高速移动时的数据连接)等优势条件下, 城市从诞生开始, 流量和数据就将迎来爆发性的增长, 数字孪生城市的2.0版本已经开启。

## 虚拟世界: 多维数据构建的城市操作系统

智能时代的快车道甚至超车道是什么?

就是要建立起数据与AI技术融合的未来城

市操作系统。这里面有三个核心的诀窍:

第一, 建立一套以空间为ID的多源异构数据的汇聚与处理机制, 一方面要“从上之下”——从卫星遥感影像到LBS等不同地理信息, 另一方面要“从头开始”——打造城市级的CIM系统。古语有云:“上知天文, 下知地理”, 随着2015年卫星遥感进入民用领域的相关政策解禁, 卫星遥感影像的使用成本大幅下降, 精度大幅提高, 高频与低频数据融合的时空数据分析迎来了绝佳发展良机, 城市也成为AI大规模计算能力落地的策源地。尤其是随着我国首颗民用亚米级高分辨率光学立体测绘卫星——高分七号进入应用阶段, 地球第一次有了3D的立体照片。空天一体的“城市三围”计算不再是梦想。万里高空视角下城市的变迁一下就变得生动起来, 这也解决了“卡脖子”的自主可研的地理信息数据问题。

除此之外, 要建立覆盖规划设计-建设实施-运营管理的全生命周期的城市级CIM系统。空间ID把城市切分成最小的空间单元, 来作为操作系统的入口, 为数据和信息提供构件级的空间定位, 让每一栋建筑, 每一条街道都活过来。这背后需要从规划一开始, 就搭建基于GIS+BIM+IoT的多工具融合的底层平台, 通过量身定做的数据逻辑与规则引擎, 以全局联动的电子导则和自主优化的模型体系, 实现不同专业领域的交互统



通过量身定制的数据逻辑与规则引擎,以全局联动的电子导则和自主优化的模型体系,实现不同专业领域的交互统筹,进行系统智能化迭代。

Toyota Woven City  
图片来源:丰田Woven City

筹，进行系统智能化迭代，在决策实施前，能进行多方案的模拟、推演和比选。

第二，是建立可被规模化复用的数据中台和业务中台。通过多模块集成的传感器和具备高算力的边缘计算终端，城市的分析和决策能力被下放到分布式终端，比如可在卫星上进行在轨计算，算法被搭载到卫星上，直接在太空中进行实时的数据处理分析。得益于城市数据在时间、空间上的颗粒度上变得更加精准，生成了基于个体的ID档案，如GPS轨迹和搜索数据，在进行脱敏处理后，城市和用户的状况能被更加精准地追踪和预测到，拉通了精细化的管理和面向用户的精准服务。事实上，在淘宝千人千面的推荐算法背后，ID画像，人群透视与人群放大解决了“他是谁”、“他们是谁”与“还有谁和他们一样”三个问题，同样的中台理念也将被广泛应用到了城市领域。数据中台将来自不同部门、不同来源的数据，通过统一的空间ID进行存储、整合、萃取以及产品化包装，打通数据之间的隔阂，消除数据标准和口径不一致的问题，实现城市要素的全数字化，数据被作为城市的生产要素进行资产管理；而业务中台则是从规则库和模型库的角度，围绕“城市水电煤”的基本概念，抽象共用能力和共有业务模块，向外输出公用基础组件和业务共享单元，在应用端，结合物理空间的智能设施与应用形成针对不同领域的解决方案工具包。

第三，要建立广泛赋能的数据开放及交易机制。上海市与北京市都相继推出了公共数据开放办法，都提出要构建分级分类的开放机制和清单管理机制，打造开放数据平台以及构建数据生态。城市就是数据生成、使用以及再利用最为重要的能量场。因此，要建立起一套针对不同对象的数据开放与交易机制，形成针对创新城市家具、创新空间（自动驾驶专用道等）等不同城市空间产品的监测评价体系，链接产业孵化与数字交易，为智能技术在城市中的应用，打造24小时永不落幕的路演场和交易平台。

### 实体世界：循环可持续的城市底板

在实体城市方面，智慧应用应当回归至从城市的基本要素出发，服务于人对于美好生活的向往和对高品质社区的要求。梳理国内外的品质城市后不难发现，无缝精准的智慧出行、循环的低碳社区、活力混合的功能单元、有温度的生态肌理、健康可持续的城市母体、灵活响应的公共空间等成为共性的追求。那么，在其中，技术不仅仅只扮演工具角色，串联起不同系统的一定是人文精神、艺术追求，以及对整个系统平衡的把握。因此，数字孪生绝不仅仅是系统上云、建几个机房、上一块可视化大屏这些操作，而是要在实体城市生长的每一个环节就考虑数字与城市生长（规划-建设-运营）的融合，将智



城市操作系统  
图片来源:曾辉,陈怡星

能应用与城市的脉络、软组织乃至大脑相融合。比如全谱系的无人驾驶城市所需要的道路系统，要考虑行人过街的稳静化设计，要考虑适应新能源汽车的充电系统，以及不同出行方式交叉的融合节点设计；再比如，针对垃圾、水、能源组成的分布式资源微循环系统，如何从建筑、组团、区域等不同层面考虑，基于建筑空间单元的能源平衡方案是

什么；再比如，普惠化、个性化的分层级公共服务体系与15分钟生活圈/完整社区如何结合，技术的可迭代性和空间适应性之间的融合；再比如通过参数化设计，如何实现建筑单元模块化的组织和更新。

空间与技术跃迁的融合共生是摆在设计师和科学家面前共同需要解决的问题。这其实涉及到一系列的技术选型分析和跨行业的智能

定制的自动驾驶道路

图片来源:新经济发展研究院INED



场景版图研究。而在背后，也是一系列软硬一体结合的解决方案和工具包。

在虚拟城市和实体城市的背后，还涉及到城市的开发与运营模式。空喊技术突破并不能解决商业模式的问题。当新型基础设施建设又将热火朝天干起来的时候，需要有一套配套新型基础设施开发与运营的模式设计，而不仅仅还是传统的土地财政驱动或投资拉动，既要有政府有开发商，有规划设计方和技术实施方，同样也需要有用户有运营方，

在数字孪生的2.0进阶时代，技术适配的机制设计显得更为重要，城市的增长范式将得到根本上的革新。具体而言，土地和地产不再是唯一的收益模式，实体城市空间同样也能通过经营和租赁获得收入，数字收益也将打破传统时空的限制，数据将作为重要的要素进入市场交易、流通并促进再生产。并且，得益于数字孪生技术，城市能建立起一套精细地图——城市全生命周期的空间档案馆，城市的时空要素都得以空间ID的形式

存储和使用。在商业驱动时代，我们有了淘宝，在技术驱动时代，也同样应该有一个城市创新的淘宝，未来城市的实体与虚拟空间都将成为了商品（即城市服务与应用）的一个展示平台。一项新技术的应用从实验室走到真实社会，像自动驾驶，一定是有一个适应过程，应根据技术成熟度，分区分类型地去进行推广应用，通过数字孪生建立起落地-测试-评估-迭代的机制，能及时让企业获得数据，并借助深度学习等构建镜像模型进行应用的迭代，从而推动产业的集聚和城市的创新。

#### 参考文献

1. “Yixing Chen, Hui Zeng: Contemporary Big Context Mining, The Application of Digital Twin Technology in Cities.” Alibaba Research Institute, October 2019. <https://blog.csdn.net/cf2SudS8x8F0v/article/details/102385394>.



人机交互的AI-Park  
图片来源:曾辉





# 每一个城市 都有自己的基因

## 智慧治理, 需要因地制宜的解决方案

格哈德·施密特 (Gerhard Schmitt)

新加坡-ETH中心主任, 大数据支撑下的城市设计与治理项目、Cooling Singapore 项目、数字地下空间项目首席研究员

### 未来城市与治理

未来城市的第一个挑战是明确的: 在未来30年内, 将有超过20亿人需要在现有城市和新建城市中居住和工作, 主要是在亚洲和非洲的热带和亚热带地区, 现有城市必须加强密度、进行扩张, 新城市必须经过规划、设计、建设和管理。第二个挑战是使能源生产脱碳, 从而减少温室气体排放, 缓解这些新居住区的城市热岛效应。它们必须达到经济上的可承担、可再生、宜居、以自然为基础, 以修复过去几十年快速城市化所造成的破坏。

仅仅依靠更好的基础设施是无法解决这些挑战的。考虑到众多人口集中在如此狭小空间的现状, 新型智慧化和响应式治理是势在必行的。从人类有居住区伊始, 成功的城市就依赖于好的治理。“当社会规范和实践赋予人们权利, 并鼓励他们以不侵犯他人公认权利的方式对自身发展进行越来越多的控制时, 就会发生这种情况”<sup>1</sup>

智慧城市和智慧治理是最近的发展方向。在智慧城市中, 善治定义里的每一个组成部分都有了新的含义: 城市中的智能设施将改变社会规范; 信息技术也可以支持城市政府; 它可以鼓励人们掌控他们的城市发展; 并且, 由于社会中存储在每个人身上的无所不在的数据, 他人的公认权利可能会发生变化。

从一开始就注重善治措施的城市, 比那些以更单一的目标建立和治理的城市发展得更快、更好。每个公民都能使用智能手机等尖端技术, 这为公民与政府之间的互动增加了新的可能性, 从而实现了智慧治理。

### 智慧城市

智慧城市这个词的历史相对较短。在21世纪早期, 它首次被广泛使用。智慧城市计划的第一阶段通常是从市政府直接从IT公司购买技术开始。直到2010年, 初创企业和更多的老牌公司开始生产能够为特定的城市



问题提供快速解决方案的产品，并将其出售给市政府的各个部门。大公司开始在松岛、新加坡、阿布扎比等城市安装更集成的智能系统。市民们从成功的解决方案中受益，但也开始感到自己受到了更多的监控，他们不知道这些系统收集来的数据会发生什么。如今，新加坡、苏黎世和奥斯陆在全球智慧城市排行榜上名列前茅<sup>3</sup>。

智慧城市治理形式的发展介于自上而下和自下而上之间。每个城市治理的实际情况也在两者之间。达隆·阿西莫格鲁(Daron Acemoglu)和詹姆斯·罗宾逊(James Robinson)在2013年出版的《国家为何失败》(《Why Nations Fail》)<sup>4</sup>一书中，对这

些特征的描述略有不同。他们将包容性定义为机构在决策过程中赋予人们的参与程度，而掠夺性机构则允许精英统治和剥削他人。

一个早期智慧城市的例子就是意大利的威尼斯。使威尼斯在中世纪成为世界中心的创造者和人民们，当时只有非常有限的土地，他们通过在松软的土地上种植数百万棵树的方式来建造这座城市。他们开发了一种智能交通系统：除了狭窄的街道，他们还依赖运河；他们不再使用缓慢的马车，而是依靠城外由风力驱动的帆船以及可以直接停靠在城内每户人家门前的划艇。

显然，威尼斯缺乏数字设备，但它很智慧，因为它通过与周边国家和文化之间的国际贸

智慧治理：数字孪生的新加坡, Kateryna Konieva, 大数据支撑下的城市设计与治理项目, 新加坡-ETH中心

易获得了足够多的情报，并将这些信息记录和存储在大量的档案中，供子孙后代使用。它也是一个局部响应的城市：每个人都有机会升任政府高层，参与城市的管理。

这座城市最美丽的建筑是在共和国鼎盛时期建成的。阿西莫格鲁和鲁滨逊将威尼斯作为全球大国衰落的开始，与所谓的“塞拉塔”或“封闭”联系起来：1297年，大议会决定将政府中的非贵族人员隔离出去。这种从包容到日益榨取的转变并没有立即摧毁这座城市，而是慢慢地扼杀了它在技术和智力方面的进一步发展。

我们可以从威尼斯治理的历史案例中吸取教训。包容性可能是关乎人类居住地寿命、可持续性和恢复力的最重要因素。包容和智慧的治理也是全球城市宜居性排名的一个重要因素。高度宜居城市都有包容和智慧的治理结构。此外，或许正因为如此，这些城市的收入和财富分配的不平等程度相对较低，这可以通过描述收入分配价值之间不平等程度的基尼指数(Gini Index)<sup>6</sup>来衡量。

## 未来城市实验室——从智慧到响应和再生

新加坡-ETH中心的未来城市实验室项目<sup>7</sup>分别坐落在智慧国家新加坡和响应型城市苏

黎世，其宗旨是通过科学与设计，在空间和时间上打造可再生的未来城市。其中一个主要的发现是，未来城市需要以市民为中心的治理，从智慧城市演变为可再生的响应型城市。无论是从城市的角度还是从市民的角度，智慧城市都已在技术上进行了投资。在此基础上，城市现在可以将人的需求和互动作为其发展的中心，这样以来，城市的反应能力将变得更加灵敏。响应型城市的数据来自智能建筑、智能基础设施，最重要的是来自充满智慧的市民们。

在响应型城市中<sup>8</sup>，市民将从观察的主体转变为城市治理的积极参与者。智慧城市技术将使得市民个体和社区能够参与规划、建设和管理更可持续、更有韧性和可再生的城市。一开始，这似乎是一个不可能实现的愿景：几个世纪以来，管理城市的复杂方法不断完善，没有专业知识的大众怎会对城市的发展做出贡献呢？然而，有证据表明，情况并非如此。已经有城市系统、城市和村庄在以一种可响应和可再生的方式运行。他们结合了高科技和高社会化的技能，有强烈的社区意识，尊重同胞和环境，他们走的是一条包容、廉洁和无畏的道路。

## 沃邦的案例

一个早期的例子是德国弗莱堡市的沃邦区。



该区位于原军事综合体的旧址，在军事用途结束后以自下而上的方式发展，完全改变了原有的性质。新的居民，特别是有孩子的家庭，发展出了共同的价值观。其中一点便是可持续性，由此而来的是对建筑的追求，即在其生命周期内产生的能源要比它们实际消耗的更多，这是向可再生解决方案迈出的重要一步。区别于常规的以私人交通和汽车为中心的交通规划，沃邦区的步行性成为关注的焦点：汽车的使用尽管没有被完全禁止，但也相对减少了，创造出一种愉快的氛围。如今，这种方式在新加坡被称为弱汽车化（Car-lite）。更重要的是，居民积极参与

到了规划、建设和管理的过程中。沃邦的案例证明了将高科技方法与可持续性以及韧性相结合是有可能的，这为城市的可再生打下了基础。它可以成为更大的居住区乃至整个城市的典范。市民参与是沃邦区的一个重要特性，该项目是公民设计科学的早期实践实例<sup>9</sup>。

城市首先要变得智慧，有响应变化的能力。响应型城市与智慧型城市的区别在于其动态的、互动的行为模式。响应型城市建立在智慧城市技术的基础上，但将人，特别是参与其中的市民，放在了城市规划、设计、管理和日常决策的中心——城市治理。智慧城市与响应型城市之间没有一条清晰的界限，而是既适用于城市系统，也适用于农村系统，本质上适用于整个人类住区系统的一系列可能性。响应型城市是以市民为中心的，它将把城市还给它的市民。

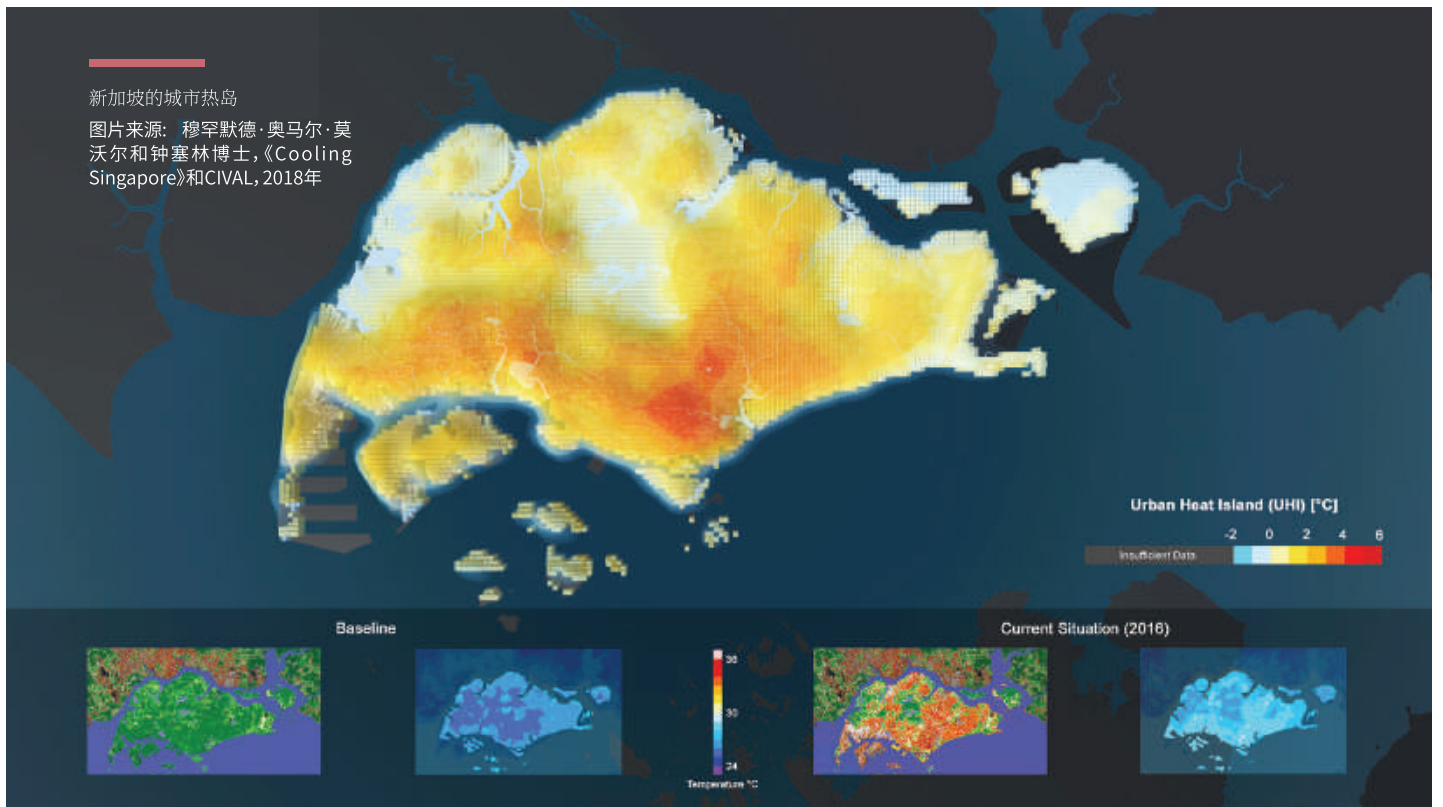
## 治理、气候变化和城市热岛效应

未来城市治理的主要挑战之一是气候变化与当地城市热岛效应<sup>10</sup>的结合。新加坡-ETH中心针对热带和亚热带住区破坏日益严重的现象提出了解决方案。

根据不同的地理位置、能源供应、基础设施、材料和地表情况，与周围的温度条件

### 新加坡的城市热岛

图片来源: 穆罕默德·奥马尔·莫沃尔和钟塞林博士,《Cooling Singapore》和CIVAL, 2018年



这对治理有重大的影响,因为在瑞士,个人在减排方面有很强的杠杆作用,而在新加坡,产业经济和政府的杠杆作用更强。因此,智慧治理需要在每个城市中以不同的方式组织起来。

相比,每个城市都可以成为一个散热器或热岛。我们将主动的人为热源(如交通、工业、空调系统)和被动的热源(如街道、建筑结构和大型基础设施)做了区分。

根据城市的治理情况,每个市民或多或少都可以为缓解城市热岛效应做出贡献。例如,在瑞士,市民对汽车和建筑物的选择产生了三分之二的热量排放,而工业产生的热量不到20%。另一方面,在新加坡,商业建筑、交通和工业主导着城市系统的热量释放,市民个体对热量的贡献还不到20%。这对治理有重大的影响,因为在瑞士,个人在减排方面有很强的杠杆作用,而在新加坡,产业经济和政府的杠杆作用更强。因此,智慧治理需要在每个城市中以不同的方式组织起来。

为了减轻和适应由于气候变化和城市热岛

效应组合所带来的日益严重的威胁，有必要采取智慧的、反应迅速的治理措施。如果只考虑自身，城市首先会伤害自己的市民，并且会因为过度排放导致更强的气候变化。相反，采取区域性和全球性的措施，将为其本国人民和全球带来直接效益。因此，我们提议每个城市建立一个数字城市气候孪生体和一个新的治理机构，来协调未来每个城市所需要的城市气候管理系统。因此，我们建议从城市设计转向可再生的城市气候设计。为此，智慧治理和响应式治理是必要的条件。

本文的大多数文本和例子取自格哈德·施密特(Gerhard Schmitt)、埃斯特法尼亚·塔皮亚斯(Estefania Tapias)和玛尔塔·h·威斯纽斯卡(Marta H. Wisniewska)的电子书《手中的城市》(City in Your Hands)。

<https://books.apple.com/ch/book/city-in-your-hands/id1451584143>

## 参考文献

1. Public Private Interface in Urban Environmental Management. [cited 2020 31.1.]; Available from: <http://www.gdrc.org/u-gov/governance-define.html>.
2. What is Smart Governance. [cited 2020 31.1.]; Available from: <https://www.igi-global.com/dictionary/the-role-of-urban-living-labs-in-entrepreneurship-energy-and-governance-of-smart-cities/58493>
3. MD and SUTD's unique ranking shows importance of citizens' needs in policymaking. [cited 2020 31.1.]; Available from: <https://www.imd.org/smart-city-observatory/smart-city-index/>
4. Daron Acemoglu and James Robinson. Why Nations Fail. Crown Business, 2012.
5. The Serrata of the Great Council. [cited 2020 31.1.]; Available from: <https://editions.covecollective.org/chronologies/serrata-great-council>
6. Distribution of Family Income – Gini Index. [cited 2020 31.1.]; Available from: <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/rankorder/2172rank.html>
7. Singapore-ETH Centre for Global Environmental Sustainability. [cited 2020 31.1.]; Available from: <https://sec.ethz.ch>
8. Responsive Cities. [cited 2020 31.1.]; Available from: <https://fcl.ethz.ch/research/responsive-cities.html>
9. Citizen Design Science. [cited 2020 31.1.]; Available from: <https://fcl.ethz.ch/research/responsive-cities/big-data-informed-urban-design/citizen-design-science.html>
10. Urban Heat Island. [cited 2020 31.1.]; Available from: <https://www.coolingsingapore.sg/urban-heat-island>

# 城市， 并非只为富人而生

## 打造全民的未来城市：普惠的未来基础设施的必学之道

贾迪普·古普塔 (Jaideep Gupte)

英国苏塞克斯大学发展研究所研究员，英国研究和创新基金全球挑战研究基金项目负责人

城市不会凭空出现，它们都处于一种历史语境下和日益复杂的全球政策环境中。城市人口的迁入、迁出以及在城市内的迁移，都与城市的经济前景紧密相连，但这也决定了城市环境的性质。同样，城市基础设施是一个多方面的概念，它超越了单一的工程设施、公用设施或者某套系统。所有的一切意味着，从本质上讲，未来重大的基础设施挑战不仅仅是与技术或建设有关的挑战，也是与政治有关的挑战。它们涉及到不同的切入点，需要多个利益相关方采取行动，这些利益相关方可能对可持续发展目标的价值和原则有共同的承诺，但在优先级和重要性上彼此不太一样。在这篇文章中，我将通过三个切入点提出对于未来城市基础设施挑战的看法：建筑环境和边缘人群的交集，数字基础设施，以及为减缓气候变化和增强适应能力而做出的基础设施决策。

### 城市环境和边缘人群的交集

对城市环境的投资和开发意味着在赢家与输家之间将存在不可避免的变化和政治动荡。

因此，推进城市发展需要解决一系列复杂的问题，例如：质疑权力、政治、物质和城市工程之间的关系：

- 谁是最边缘化的人群？
- 我们如何理解他们与基础设施之间的日常互动？
- 我们如何衡量城市中哪些人在增长，哪些人在生存线上徘徊，哪些人在衰落？
- 应优先考虑哪些行动、哪些参与对象和哪些技术，从而减少基础设施的排他性？

关键性的证据表明，人类与基础设施的互动是性别化的、不平等的、隔离的和种族化的。随着时间的推移，不平等在城市的空间形式和制度体系中似乎被冻结了，但在地下迷宫般的地下基础设施中仍能追溯到踪影。城市的组合和排列是通过无数的技术、路径、标准和工程师的愿景完成的，与更广泛的社会文化、物质和政治的城市动态变化和过程紧密联系<sup>1</sup>。网络化的基础设施也将放在城市“现代化”的核心位置。它还将基础





基础设施方面的干预措施会使不平等现象长期存在。在印度孟买，非正规住区继续与公共提供的社会住房共存。

© Jaideep Gupte

设施描述成一种不断变化的状态，一种构成社会不平等关系的结构，一种与环境变化密切相关的关系<sup>2</sup>。

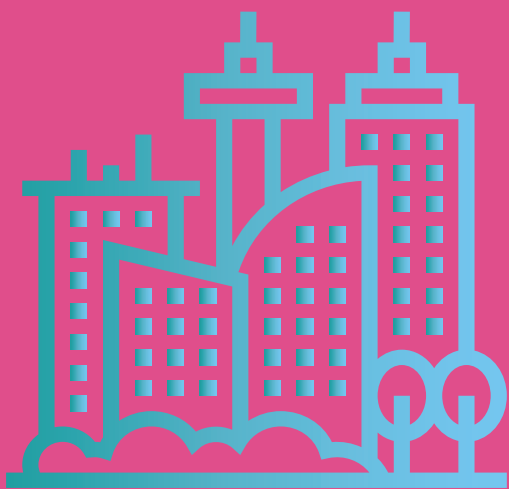
然而，塑造城市基础设施的机构拥有较大的权力，这并不是因为它们将次等公民排除在外，而是，处于风险和弱势地位的群体行动本身就是创新和城市转型的一部分。我们已经看到，在孟买这样的城市，弱势群体和缺少资源的人群如何自身组织起来去寻找安全避难所，但他们又在发展计划的设计和执行为中明显没有一席之地。城市规划和房地产市场总会产生排斥穷人的解决方案，而有限的城市资源很快就会被不那么贫困的人群的住房需求所占据。在这种情况下，城市贫困人口的社会运动将继续扮演一个角色——创造一种通用的语言去解决这个世界和受困的群体之间的差距，同时，创造一种新的体系，让那些现在不被认为该纳入解决方案的人群，也能从中获益<sup>3</sup>。

## 数字基础设施和制度变革

“智慧城市”倡议在全球南部国家的国际发展干预中发挥着突出作用，涉及立法、土地利用和数据治理等方面。因此，推动能够实现普惠性数据驱动的城市治理的技术解决方案至关重要。尽管不同地方对“智慧”都有不同的表达方式，但对于加快城市发展的原理的认识，就是这样做可以促进经济增长，从而成为一条摆脱贫困的道路。然而，这样又产生了一个根本性的差距，那就是为实现数据驱动的城市治理而提出的技术解决方案的类型，以及是否这些解决方案还有它们的实施方式必然会促进缩小包容性、弹性和可持续性之间的差距。

一个明显的缺陷是，许多数据驱动的城市治理的方案并没有全然反应全球南部地区的需求，尤其是那些在经济和社会上处于不利地位的底层城市居民的需求<sup>4</sup>。智慧城市的讨论往往是由全球北方国家的想法和经验来推动的，而来自发展中国家背景的信息，包括南南学习的案例，并没有得到关注。例如，

要实现真正的变革,城市需要注意的是,由于新的技术创新和数据治理转型要求组织和制度变革,同时也要维护好数字基础设施赖以建立的道德和民主基础。



非洲城市关于数据基础设施应如何管理的信息很少,因为文献几乎全部是与法规遵从性相关的信息。在发展中国家的语境下,缺乏对数据治理的基于实证的严格的学术审查,这意味着扼杀了学习和创新系统,这不可避免地使数字基础设施容易受到来自本地(具体语境下的)风险的威胁。

要实现真正的变革,城市需要注意的是,由于新的技术创新和数据治理转型要求组织和制度变革,同时也要维护好数字基础设施赖以建立的道德和民主基础。而这一切这并不简单。这里面的复杂程度令人精疲力竭,政策制定者需要勇敢地做出决策,找到前进的道路。

### 气候敏感建筑的基础设施决策

到2050年,城镇将容纳约60%的世界人口。这其中大多数人将住在非洲和亚洲的中小型城市中心,而在这些地方,容纳未来城市人口所需的大部分城市基础设施尚未建

成。这为政府在《联合国气候变化框架公约》(UNFCCC)和《仙台框架》下的应对气候变化的措施提供了一个机会，那就是让全球、各个国家和各个地方都严守承诺。并且在所有这些层面上，治理都是由不同层次的议会当局组成的，不管是正式的还是非正式的，这些当局的权力将随着时间的推移不断增强，但他们缺乏统一的协调性。然而，未来的基础设施决策，无论是政治上的还是物质上的，都为重新安排权力格局提供了机会，使得城市的可持续性得以成功实现。

作为回应，世界各地的城市都在积极参与和推动转型变革。C40的气候行动计划通过将“到2050年实现碳中和”这一目标的定义转变为更环保和气候友好型的生活方式作为一种共同愿景的方式<sup>5</sup>，向公民、经济运营商和社会成员发出了一个强烈的信号，即要对城市每天最日常的功能做出根本性改变，包括：如何设计、安装和维护管道、电线、下水道、停机坪、轨道、桥梁和建筑物；将其能有效减缓气候变化的、可承担的、低碳的建筑方法相结合；支持这些基础服务能够平等地、可持续地提供。更重要的是，这需要围绕清洁能源全面调整经济方向，改变人

们获取电力、供暖和通勤的方式。

这些几乎都是社会政治方面的转型，但对城市工程师在建筑环境的生产、讨论和调解中的角色的分析和实践上的关注仍然是核心。与城市转型的“神秘”相去甚远的是，工程学是“用于探究调解可以刻画城市社会-经济的转型和物质上的矛盾的一种诊断”<sup>6</sup>。在某种程度上，像在建筑过程中引入新的气候敏感材料这样看似简单的事情，实际上是涉及技术创新、市场动态和城市特定生产过程之间的一场极其复杂的谈判。在另一个层面上，智慧城市的想象者们正在重新调整城市工程的角色和边界。最终，如果城市基础设施是可持续的，那么它所支持的建设环境也需要促进一种理想的生活方式，从而提高所有城市居民的生活水平、生活质量和福祉。

## 结论：从相互学习中增强能力

在这篇文章中，有三个切入点指向未来的基础设施挑战，同时还有其他几个同样重要的优势（例如，从绿色基础设施融资的角度，



印度孟买Lalubhai大院的泵房，人行道和贫民窟居民已搬迁到政府提供的廉租公寓区域中。在这里，由于自来水的严重短缺，每天仅运行几分钟。

© Jaideep Gupte

或对多重灾害和灾难建立弹性等)。然而,即使是在这些人为分开的范畴中,这三个切入点也呈现出巨大的讨论价值。因此,我们不能简单地推卸责任,寄希望于城市地方当局能设法弥补。我们要共同努力加强城市地方当局在以下三个具体领域的技术和制度性能力:

1.建立地方共识:支持地方政府和市民就“智慧城市”的真正含义达成一致;将采用哪些新技术和类型的基础设施以及如何就有关“软硬基础设施”的数据安全、所有权、隐私和可获得性等重要问题进行谈判——尤其是立足于城市中经济和社会方面的弱势群体。

2.实施:加强地方能力,让弱势群体参与进城市弹性和可持续基础设施的设计,同时参与进识别、评估和监测与气候变化有关的多重危害和风险中。

3.平等伙伴关系:加强城市从业人员、研究人员和公民社会之间以及城市之间的平等伙伴关系。从失败中学习和拓展成功的创新同样重



在低收入和中等收入国家,真正的挑战是平衡基础设施决定,使其既能解决城市贫困和不平等的重大挑战,又能对气候敏感。

肯尼亚和印度提供了两个例子,在这两个国家,政府采取了大胆的步骤,以解决其主要城市中经济适用房的极端短缺问题。

© Jaideep Gupte

要。然而，寻找和实施创新的技术解决方案以及有效的、创新的机构解决方案的双重挑战必须紧密结合当地情况同步进行解决。

赋予地方当局能力以处理未来的基础设施挑战是可能的。对这种复杂性的理解和驾驭需要多学科融合，自然、物理和社会科学，需要与艺术和人文学科结合，但要用对当地的变革者来说可执行和清晰易懂的方式。

## 参考文献

1. Björkman, L. and Harris, A. (2018), Engineering Cities: Mediating Materialities, Infrastructural Imaginaries and Shifting Regimes of Urban Expertise. *Int. J. Urban Reg. Res.*, 42: 244-262.
2. McFarlane, C. and Rutherford, J. (2008), Political Infrastructures: Governing and Experiencing the Fabric of the City. *International Journal of Urban and Regional Research*, 32: 363-374.
3. Patel, Sheela, Jockin Arputham, and Sheridan Bartlett. 2016. "We beat the path by walking". *Environment and Urbanization* 28 (1): 223-240.
4. Gupte, J and Kumar, K. 2019. 'Are Smart Cities like mangoes?'. *IDS Opinions* (19 June). Available at <https://www.ids.ac.uk/opinions/are-smart-cities-like-mangoes/>
5. Blauel, Célia. 2018. 'Paris: A new 2050 Climate Plan for a fair, equitable and resilient transition'. *C40 Blog*. Available at [https://www.c40.org/blog\\_posts/paris-a-new-2050-climate-plan-for-a-fair-equitable-and-resilient-transition](https://www.c40.org/blog_posts/paris-a-new-2050-climate-plan-for-a-fair-equitable-and-resilient-transition)
6. Björkman, L. and Harris, A. (2018), Engineering Cities: Mediating Materialities, Infrastructural Imaginaries and Shifting Regimes of Urban Expertise. *Int. J. Urban Reg. Res.*, 42: 244-262.

# 我们能将垃圾加密以及货币化吗？

## 移动技术以及社区加密货币用于聚酯塑料回收的案例

联合国环境规划署 (环境署)

United Nations Environment Programme (UNEP)

如今，塑料垃圾在自然环境中泛滥成灾，科学家们认为它甚至可以作为人类世时代的一个地理标志。研究人员估计，自20世纪50年代初以来，全球已经产生了超过83亿吨的塑料，其中约60%的塑料最终流入垃圾填埋场或是自然界中<sup>1</sup>。人类将海洋当作垃圾场，随意倾倒废物，不仅令无数海洋生物丧命，也让部分海域变成了一锅“塑料汤”。其中，城市是海洋垃圾的最大来源，2017年全球共产生了20亿吨城市垃圾，其中2.4亿吨为塑料垃圾，占全球城市固体垃圾产生量的12%<sup>2</sup>。在世界各地的城市中，塑料垃圾不仅堵塞下水道、引发洪水，还助长疾病传播。如果按目前的趋势继续下去，到2050年，海洋中的塑料垃圾将超过鱼类<sup>3</sup>。为此，我们不仅需要从源头上减少塑料的使用，还需要改进我们处理塑料垃圾的方式。

聚对苯二甲酸乙二醇酯（聚酯）是一种热塑性塑料，属于一次性塑料范畴，这种塑料在被丢弃或回收之前只能使用一次。它被广泛用于生产各类饮料的灌装瓶、清洁液瓶、饼干托盘以及其他产品的外包装。同时，因为廉

价、轻便、可塑性强，塑料瓶在全球范围内被大规模生产和使用。然而，它们也摇身一变，成为了头号垃圾，并以惊人的速度增长着，成为了当前最令人头疼的环境污染问题之一。不过，随着塑料污染带来的经济与环境问题日益凸显，人们也正在加紧寻求解决办法。

在肯尼亚，各方统计的聚酯消费数据差异很大，并且难以核对。环境部表示，肯尼亚每年使用约5000万个塑料瓶<sup>5</sup>。但是，一个于2008年进行的学术研究则指出，肯尼亚全年使用约1.6亿个聚酯瓶<sup>6</sup>。另外，益普索根据塑料包装的统计数据所作的估算表明，2017年用于水和其他软饮料包装的聚酯瓶总数超过7.25亿个。

最新的一份塑料包装统计结果（2018年3月）指出，肯尼亚约消费了26万吨最终会变成垃圾的塑料包装袋<sup>7</sup>。其中，预计18%的塑料包装袋将被回收，总体回收利用率约为15%。同时，益普索的相关数据显示，肯尼亚每年有5778吨聚酯塑料被回收，而回收再利用率仅为13%，这表明聚酯在回收利



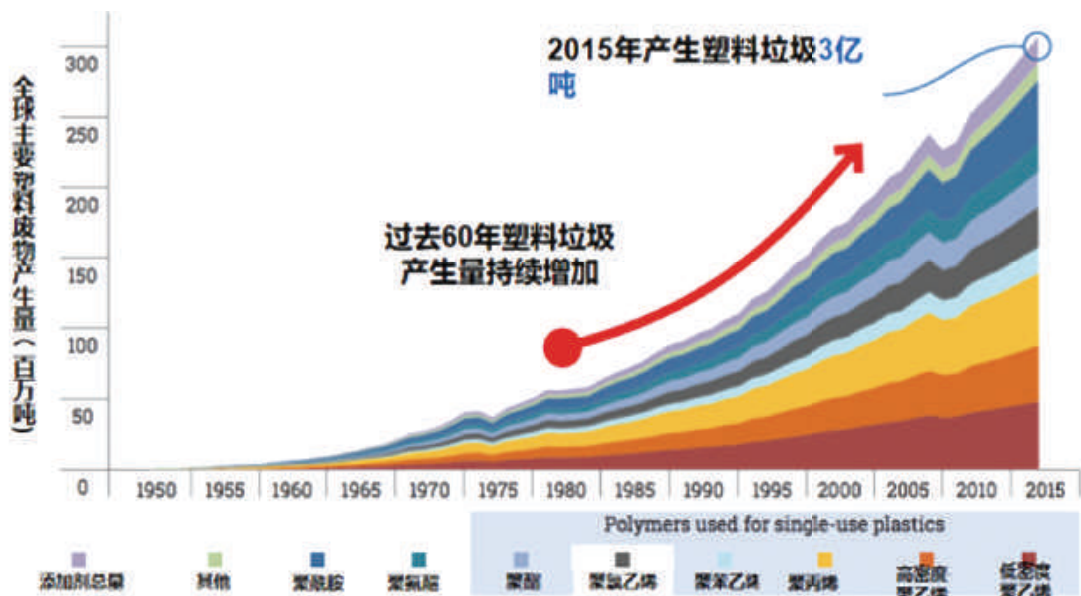


图1. 全球主要塑料垃圾产生量, 1950 - 2015

用方面还有很大的进步空间。

在内罗毕，人们目前对于如何设立聚酯塑料收集点缺乏系统了解，也没有官方的、公开的聚酯塑料进出口和回收量记录机制。根据肯尼亚制造商协会的报告，全国共有39家主要回收商，其中有11家已获得国家环境管理局的许可。然而，肯尼亚聚酯回收公司协会报告指出，内罗毕现仅有5个聚酯收集点，这显然无法满足这座拥有400万居民的城市需要。

目前，肯尼亚的问题在于没有一个系统化的垃圾收集方式。街道上到处都是塑料瓶，它们堵塞着城市污水管道并四处流窜。另外，

它们也堆积在贫民窟的露天排水沟中，几经辗转变成碎片后，可能被火烈鸟和海龟误食并刺穿它们的腹部<sup>8</sup>。研究人员警告说，除非法律强制生产商为其产生的塑料垃圾负责，否则现有的行业主导体系在减轻塑料污染方面是无法发挥作用的。由于体制基础设施薄弱，肯尼亚很难建立例如生产者责任延伸制度这样的回报机制。缺乏数据支持也是当地塑料垃圾管理难以进步的一个关键阻碍。

德国、日本和南非是成功应用这一制度的代表，在这些国家，制造商们自愿或依法承担起了回收废旧聚酯瓶的责任。

## 生产者责任延伸制度

在一些发达国家和发展中国家实施的生产者责任延伸制度和押金返还计划已被证明它们不仅有助于减少聚酯瓶垃圾污染，还可以促进回收行业的发展。<sup>9</sup>押金返还计划要求消费者在每次购买特定类型的产品时都需要支付少量的押金（例如在美国多为5美分）。如果他们把空容器带到收集点（通常是超市里的一台“反向自动售货机”）进行处理，押金将被退还。

例如，南非的聚酯回收公司发起的倡议就表明，生产者责任延伸制度的引入能够有效推动本地回收终端市场发展<sup>10</sup>。在南非，生产者责任延伸制度的引入创造了一系列就业岗位和商机，同时也改善了一次性塑料所导致的环境问题。尽管一些非洲国家已经开始实施“禁塑令”，但南非的例子表明，如果能充分考虑社会经济背景，并选择最适当的政策工具（不一定是禁塑令），最终是能够实现经济发展与环境改善的目标。

包括地理信息、市场交易和分析在内的数据可以为决策者提供更好的循证，以帮助他们制定强有力的政策建议和前瞻性方案。事实证明，数字社区是一个可靠的数据来源。新兴技术为公民科学、地方承诺和公众参与监测以及行为改变创造了大量机会。更重要的是，科学家、公民、政府和公司之间可以实现数据共享交换。

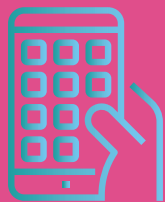
目前，环境署正在与肯尼亚聚酯回收公司、肯尼亚制造商协会以及可口可乐公司进行合

作，共同建立一个数字生态系统，以监测从生产到终端消费者的聚酯供应链，并同时完成一个塑料回收循环模型的创建。这项技术解决方案将通过移动应用程序收集聚酯塑料的原始数据，并实行区块链激励机制以鼓励市民回收塑料。人工智能统计模型将对聚酯价值链收集的数据进行分析，为公民科学和政策制定者提供数据可视化图表。这款应用程序将成为肯尼亚聚酯行业中所有利益相关者的首要数据来源（图2）。不过，为了更好地推动塑料循环利用，这个生态系统也将随着密码学技术的发展而不断完善。

聚酯数据驱动环境的最终产品是一个具备分析性和战略性的数据可视化图表，其目的是充分将现有的数字生态系统资本化。另外，为了将数据转换为可访问的实时信息，人工智能和机器学习也被用来进行趋势、瓶颈的展示和预测。总的来说，这种动态的、交互式的数据可视化图表不仅是制定政策的出发点，也是一种透明的、更易于使用的工具，

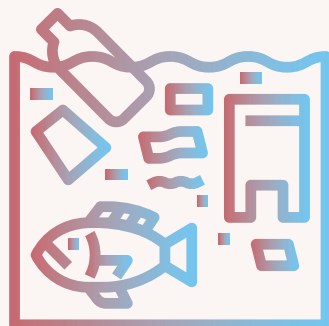


图2. 聚酯塑料供应链数据挖掘体系结构的精简可视化



这项技术解决方案将通过移动应用程序收集聚酯塑料的原始数据，并实行区块链激励机制以鼓励市民回收塑料。

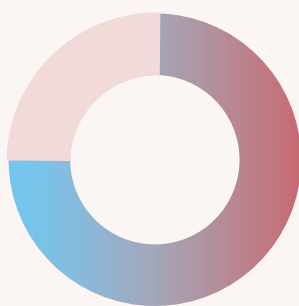
African facts  
& numbers  
© UNEP, 2018



80% of marine plastic pollution  
comes from land-based  
activities

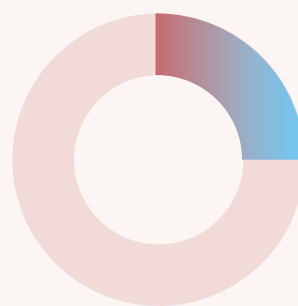
10.5  
million  
tons

of plastic waste  
accumulation forecasted  
in Africa by 2025



75%

of all uncollected waste  
in Africa is plastic



25%

of the collected plastic  
leaks back to environment

有助于让民众了解重要的公共议题。

然而，利用市场来减少塑料污染并激励人们采取可持续措施的方式是能够有组织地收集数据的关键。为了减轻塑料污染以应对自然系统日渐崩溃的局面，需要调整经济结构，使其脱离新自由主义体系。这意味着需要引入创新的解决方案和严格的政府监管。政策工具能够迫使环境污染者为其所造成的后果

买单，也能提供多种系统性方案打破污染循环，扭转局势。数字技术可以通过多种方式促进可持续发展。目前，已有成千上万种数字化应用程序用于优化资源效率。

当公司开采石油并出售塑料制品时，他们可以获得利益。当市民回收塑料时，虽然他们是在创造价值，但通常他们不会得到报酬。这一现象表明，我们的经济失去了平衡。寻

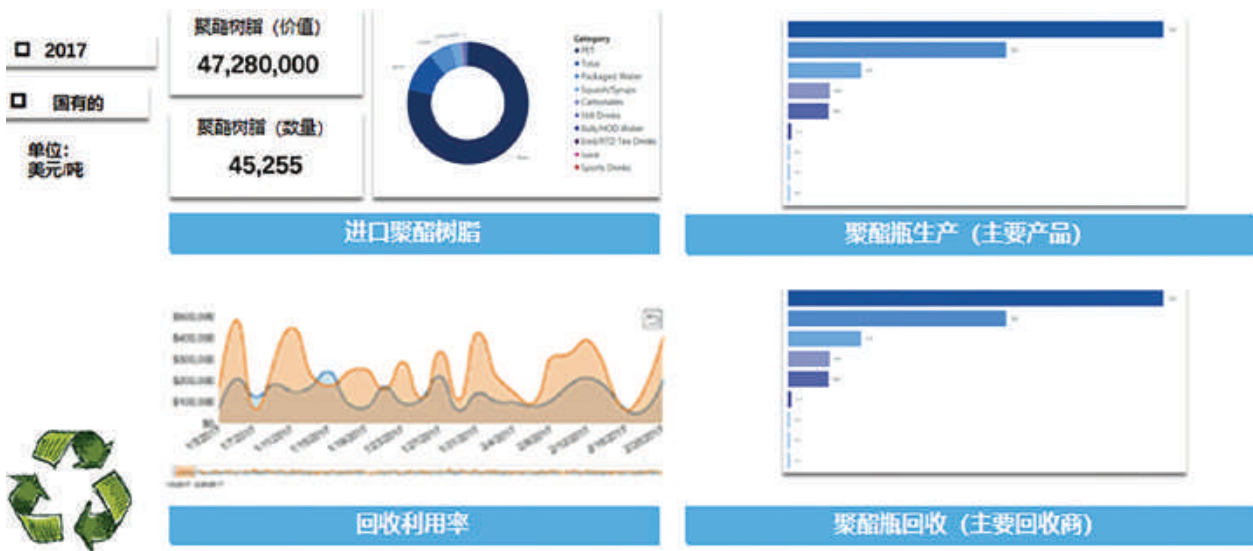


图3. 聚酯数据可视化图表示意图

求其他交换价值的方式是我们迈向生态文明的其中一步。而新自由主义经济的低监管环境使塑料垃圾被人们随意倾倒，导致了诸多环境和健康问题。例如海洋垃圾、食物污染和水污染、生物多样性丧失以及气候变化等现象都是塑料污染带来的严重后果。

在肯尼亚，塑料回收中心以每公斤12到15肯尼亚先令的价格回收聚酯塑料。然而，由于收集点稀少、不方便、报酬不高，愿意从事这项工作的人并不多。为了解决这一问题，环境署将在内罗毕试行一种基于区块链的社区加密货币体系(CIC)，为聚酯塑料回收创造一个有利可图的交易市场。通过将聚酯塑料

收集与当地的CIC奖励机制联系起来，联合国环境规划署的这一项目可以让收集塑料垃圾的民众获得数字货币奖励。换句话说，该项目将用当地货币间接向收集塑料垃圾的人支付费用，这些数字货币可以在当地用来消费，以换取货物或等价的肯尼亚先令。

例如，在海地、印度尼西亚和菲律宾，“塑料银行”是一家为收集塑料垃圾的人们支付费用的社会企业<sup>11</sup>。个人将收集到的塑料垃圾带到塑料银行的回收中心称重后，在那里可以获得商品或区块链安全数字货币作为报酬。

## 社区加密货币

社区加密货币旨在使社区能够根据生产能力和当地价值观开发本地信贷来源，建立更适合消除贫困的货币体系。社区加密货币是社区成员在缺乏本国货币时可用来买卖基本需求的凭证。社区生产的本地商品和服务将为社区加密货币提供担保。

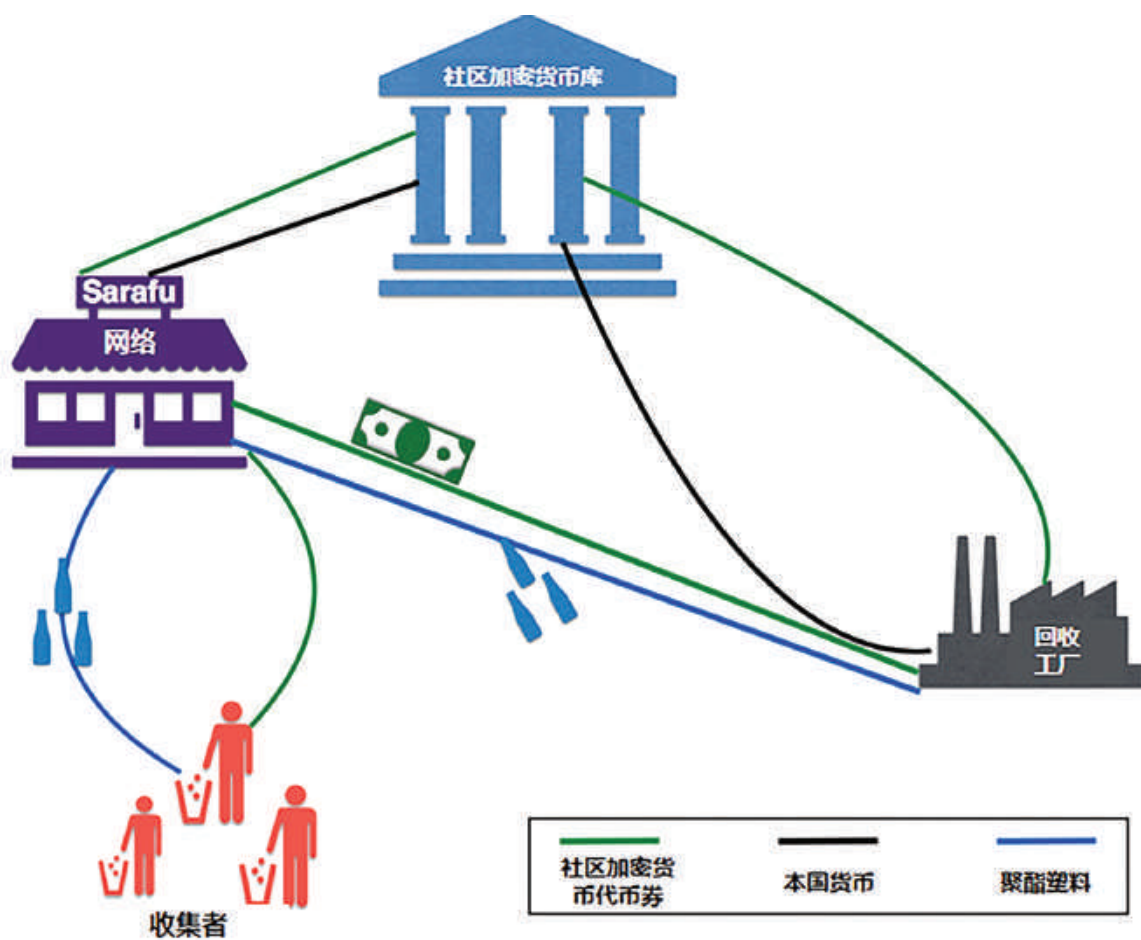


图4. 聚酯-社区加密货币市场的精简可视化

## 区块链

区块链技术于2009年推出，最初被用作加密货币比特币的公共交易分类账。区块链是一种分散式账本技术系统，它创建了一个加密安全且不可改变的记录系统，可用于记录如货币、商品、财产、工作、投票等任何有价值的交易。另外，区块链的分散化以及其通过网络中几个互相连接的服务器进行操作的方式，都有助于提高价值链的透明度和安全性，从而实现更高效的互联和信息交换。

在肯尼亚，草根经济基金会在非正式定居点建立了沙拉夫网络，这是一种追踪社区加密货币的区块链生态系统<sup>12</sup>。在社区加密货币体系的帮助下，草根经济基金会已经帮助8000多名社区加密货币用户改善了生活，并使他们获得了更好的贷款渠道。草根经济基金会项目的受益者主要包括小企业以及非正式定居点和农村的居民。

在区块链上进行代币化正在成为国际行业的标准。联合国环境规划署将与草根经济基金会合作，共同发起一项聚酯支付计划，并共同创建一个允许使用社区货币购买聚酯塑料的社会商业网络。

区块链技术可以推动智能合约的执行，智能合约是一种自动执行的合约，买卖双方之间的协议条款直接写入代码行。一份智能合约不仅仅是一段代码，也是业务逻辑的体现。

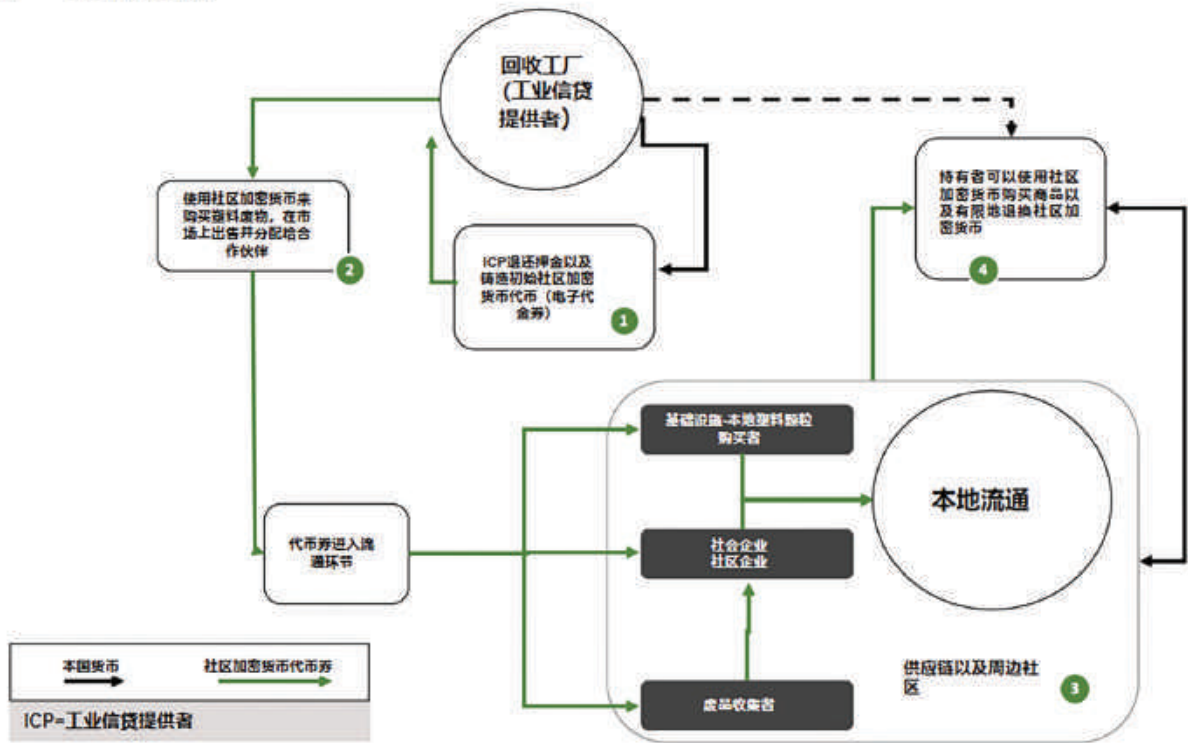
图4可视化地展示了聚酯代币经济的模式。收集者在社区企业中出售聚酯塑料垃圾，并获得社区货币，使他们能够在社区中购买商品和服务。这是一种可以跟踪、测量和鼓励

人们收集塑料垃圾的新方法，这样人们就可以通过收集塑料来获得报酬。企业则充当回收工厂的收集点，人们可以向回收工厂出售塑料以换取社区货币。同时，回收厂向社区货币投资，以购买生产原料（别名聚酯塑料）。

加入聚酯-社区加密货币市场的回收工厂能够以较低的市场价格持续地购买原材料。这是因为当回收工厂作为其他参与者一样进入CIC网络时，它们带入市场的肯尼亚先令的价值是网络货币价值的四倍。换句话说，与在CIC网络外部购买相同的塑料相比，通过使用肯尼亚先令购买社区加密货币，回收工厂可以用更少的肯尼亚先令获得更多的聚酯塑料。这一做法是可行的，因为社区加密货币在社区内部有强大的购买力，允许个人在社区加密货币网络中购买商品和服务。

在图A中，我们可以看到聚酯可循环经济的大致流程：（1）环境署协助肯尼亚制造商协会和南非聚酯回收公司等回收合作伙伴建立一个储备基金。（2）根据该基金的规模建立沙拉夫网络的社区加密货币体系（一般

我们如何使用区块链社区加密货币来创建一个聚酯可循环经济？  
聚酯——聚环氧琥珀酸



图A  
来自草根经济基金会

可采用4倍杠杆率)。(3) 社区加密货币可作为收集聚酯塑料废物的额外奖励, 也将被纳入当地的供应链中。(4) 社区加密货币可以用于从回收商那里赎回塑料颗粒, 也可以在一段时间后, 用来套现储备基金。

环境管理的难点在于数据的获取。环境规划署正试图通过推行社区加密货币体系将聚酯塑料垃圾商品化, 促进当地经济的发展。系统方法的复杂性在于如何共享和集成各种形式的公共、私有数据、基于平台用户生成的数据以及公民科学数据, 这些数据可以反映出环境的变化, 各式各样的社会经济模式以及人类行为、网络、观念和情感。内罗毕的这个试点项目表明, 高新技术能够打破传统

的激励方式和公众参与模式, 最终帮助城市实现可持续发展的目标。在本次试点过后, 聚酯-社区加密货币系统将扩展应用到周边的其他市、县以及整个肯尼亚。最终, 这个数字生态系统不仅能够应用到其他国家, 还可以成为一个基础技术框架, 以更安全、透明和不可变的方式来使其他种类的垃圾商品化。这种基于社区的共同创造将为社会建立一种自下而上的方法, 以用来评估社会自身的持续发展能力并为更加可持续的未来做出规划。





这种动态的、交互式的数据可视化图表不仅是制定政策的出发点，也是一种透明的、更易于使用的工具，有助于让民众了解重要的公共议题。

图5. 肯尼亚：位于Sarafu网络中非正式定居区的一个社会企业

## 参考文献

1. UNDP (2017). Environment Initiative Report.
2. UN-Habitat (2016). World Cities Report.
3. UNEP (2018). SINGLE-USE PLASTICS: A Roadmap for Sustainability.
4. Geyer, Roland., Jambeck, R. Jenna., Lavender, Kara Lavender. "Production, use, and fate of all plastics ever made." Science Advances, July 19, 2017. DOI: E1700782
5. Ministry of Environment and Forestry. Accessed January 30, 2020. <http://www.environment.go.ke/>.
6. Paul, Westerhoff., Panjai, Prapaipong., Everett, Shock., Alice, Hillaireau. Leaching from Polyethylene Terephthalate (PET) Plastic Used for Bottled Drinking Water. Elsevier, 2008. DOI:10.1016/j.watres.2007.07.048
7. GlobalData. Accessed January 30, 2020. <https://www.globaldata.com/>.
8. Ndiso, John. "Awash with Plastic Bottles and Lacking a Law, Kenya Struggles to Recycle." Reuters. Thomson Reuters, March 8, 2019. <https://af.reuters.com/article/idAFKCN1QP0PY-OZATP>.
9. UNEP. "A Price on Their Heads: How Bottle Deposits Help Beat Plastic Pollution." UN Environment. Accessed January 30, 2020. <https://www.unenvironment.org/fr/node/19362>.
10. "The South African PET Recycling Company." PETCO. Accessed January 30, 2020. <http://petco.co.za/>.
11. Katz, David. "Turn off the Tap and Stop Ocean Plastic." Plastic Bank. Accessed January 30, 2020. <https://plasticbank.com/>.
12. "Home: Grassroots Economics." website. Accessed January 30, 2020. <https://www.grassrootseconomics.org/>.

场景是新经济价值创造的基础单元,从场景中我们也可以窥见未来城市的最小原型。科技的每一次飞跃在改变城市形态的同时,也让城市发展出新功能,推动城市空间扩展和能级跃升。当前,新一轮科技革命和产业变革正在推动城市新一轮生长,通过将物理世界的人、物、事件等主体数据化,城市开始朝着物理和数字二元空间交织融合的方向前行,共同构成人类的新型栖居环境。数字时代,场景是通过硬件、软件和服务的数字连接,促进人、事、物相互作用、实现某种功能或效用的复合空间,是新经济发展的基本单元。数据是构建场景的关键要素,具有共享性和非排他性。未来,场景构建将围绕数据这一关键生产要素,以问题和需求为导向,以服务人们对于美好生活的向往和对高品质城市生活的追求为目标,从与应用场景相关联的人、事、物三类主体间的互动关系展开。

## 第三章

# 场景营城： 塑造未来城市的 共创实验

# 谁会进入 数字时代的“名人堂”？

## 场景漫谈：基于技术进步、经济增长和城市发展的融合视角

赵明潇<sup>1</sup>，朱克力<sup>2</sup>

1. 新经济发展研究院iNED

2. 国研新经济研究院

长期以来，私营部门和公共部门运用场景假设模拟事物对未来的影响，分析各种场景的可能性，以帮助进行风险评估、产品开发、战略设计以及政策制定等。步入信息时代，尤其是在软件行业，开发人员通过使用“场景”假设可能出现的各种情况，建立业务逻辑，设定软件系统的功能和业务流程，以实现特定需求。随着以新一代信息技术为代表的新一轮科技革命和产业变革的持续推进，“场景”被技术人员、市场营销人员、企业家、投资者以及城市建设者更为广泛地使用，这种高频跨界使用现象的背后或正是因为面对数字时代持续增加的不确定性和可能性，“场景”融合了技术进步、经济增长以及城市发展的三重视角。

新工业革命正在推动技术范式和经济发展的加速变革调整，也将会对人类社会产生更为深远和革命性的影响。以大数据、人工智能、物联网为代表的新一代信息技术是典型的通用目的技术（GPT），具有四个基本特征，具有广阔的改进和提升空间、广泛的用途、在多种产品和工艺中使用的潜力以及与

现有和未来技术极大的互补性<sup>1</sup>。在过去的三次工业革命中，代表的通用目的技术包括蒸汽机、电力、信息和通信技术，它们既是推动所处时代经济持续增长的核心驱动力，同时也改变了人类的生产生活以及城市的形态。比如，第一次工业革命期间，蒸汽机在火车、轮船的应用出现缩短了空间距离，城市空间开始外延式水平扩展；第二次工业革命期间，基于电力的电梯发明推动城市空间朝着纵向加速扩展。而新一代信息技术对人类生存的环境有更强的渗透性，几乎可以将一切数字化。这也是为什么我们认为，在数字时代，所有场景都将被重塑。

场景以服务特定需求为导向，通过硬件、软件和服务的数字连接，促进人、事、物相互作用，是实现某种功能或效用的复合空间。场景具有物理空间和数字空间相互交织的数字孪生形态，是新经济发展的基本单元。从经济结构主导部门的更替来看，如果说工厂是制造业产品的生产地，场景就是服务业产品的生产地。M. Batty在《创造未来城市》一书中说，城市的根源在于新技术的普及和



从数字时代的场景窥见未来城市的最小原型

宣传——并不一定包含新技术的创造过程，但包含其发展和传播方式<sup>2</sup>。场景作为城市的各种组成原型，也承担了各类新产品、新业态和新模式在现实世界进行测试的功能，帮助各类新事物的传播和扩散。场景中用户的反馈将帮助新事物进行改进，而用户自身也需要不断适应改变。这个过程，类似于生物学的“自然选择”，一方面人的反馈将引导新事物持续发展，另一方面也将改变人的行为习惯和使用的工具<sup>3</sup>。无论喜欢与否，我们都已经置身于数字时代，并被卷入一场塑造未来的盛大实验。

## 数据是场景的新要素

数据是场景中的新要素，这也是数字时代场景与其他时期场景的区别所在。数据既是构建数字世界的元素，通过数据形成物理世界向数字世界映射；也是信息的承载，在一个场景中通过数据的采集、传输、处理、应用和反馈形成了一个价值创造的闭环。同时，数据也是不同场景之间的链接，相同的数据可以在不同的场景中得以使用。要素的变化也正在引起价值创造方式的转变，我们可以先从数据的特征中得到一些关于这种转变的启示，进而探讨在场景构建时需要哪些新的思维。

“数据就是新石油”这一说法在某些方面是

成立的，比如数据和石油一样，数据是国家基础性战略资源重要的战略资源。数据需要处理才能释放其巨大价值，就像石油需要炼制一样。然而，数据作为一种资源，与石油有四个显著的差别，这也是数据区别于传统要素的地方。首先，与石油的有限供应不同，数据量随着传感器铺设范围的扩大以及精度和灵敏度的提高而不断增加。这种趋势的极端情况被称为“智能灰尘”（smart dust），即现实空间充斥着纳米传感器<sup>4</sup>。而新一代通信网络的发展，如5G、量子和低地球轨道（LEO）卫星，以其低延迟、高带宽和高稳定性，正在扩大可以传输的数据种类。几年前，IBM就曾估算世界上90%的数据是在过去两年中创建的。

其次，石油是有形的，占据物理空间，因而石油和石油产品是排他性的，不能同时被多方处理或使用。数据是无形的，不受物理空间的限制。因此，在获得授权的情况下，数据和数据产品可以多方同时使用，几乎没有限制。这就造成了数字时代价值创造的网络效应，即参与者越多，所产生的价值越大。生产模式从工业时代的有限资源竞争和纵向线性分工向协调、整合和跨界转变。以网约车为例，将旅客送达目的地的任务是由硬件（即移动电话和汽车）、软件（即滴滴、百度地图）和服务（即司机及其他客户服务）联合完成的。在旅途中，乘客可以通过手机进行回复邮件、看电影、听音乐等一系列行

数据量随着传感器铺设范围的扩大以及精度和灵敏度的提高而不断增加,这种趋势的极端情况被称为“智能灰尘”(smart dust),即现实空间充斥着纳米传感器。新一代通信网络的发展,如5G、量子 and 低地球轨道(LEO)卫星,以其低延迟、高带宽和高稳定性,正在扩大可以传输的数据种类。



智能微尘

为。因此，一个应用场景就像一个迷你生态系统，生产者在其中一起工作来满足需求。

再次，石油运输和处理都需要耗费大量的资源和时间。而数据能以光速传播，通过端到端的连接持续以及算法和算力的结合提升增强场景中的数据智能。算力决定数据处理量和处理速度，算法决定处理结果的质量和数量。算力取决于硬件的性能及其成本，遵循摩尔定律。算法最初是为了使计算机能够像人类一样思考，并通过人类的知识来训练。然而，与人类有限的大脑收集、存储和处理信息的能力相比，算法正在不断演化，减少对人类知识的依赖，发现并捕获世界的任意复杂性<sup>5</sup>。数据处理能力的提升将对很多事情产生显著的影响，比如产品的生命周期以及商业模式设计。

最后，石油的发现和石油产品的使用通常不在一个地方，数据则经常在同一个场景中生成并得以使用。当然，同样的数据也可以在不同的场景中进行使用，这也是我们看到企业开始越来越频繁地开展跨界业务的重要原因。生产者共享数据很可能帮助其找到更多业务与业务之间的相关性。例如，来自数字手环的数据不仅可以为健身应用程序向用户推荐定制的培训课程，而且可以帮助医生诊治患者。除数据外，数据产品，如芝麻信用和FICO信用评分，也扮演着“通用工具”的角色，广泛应用于多元场景中，同时提升

了不同场景之间的相关性和价值创造的复杂度。

## 场景的价值创造方式正在转变

如前文所讲，数据作为场景中的新要素，驱动着场景价值创造方式的转变。场景强调整体性和可扩展性。就如房地产市场繁荣会透过产业关联效应带动冶金、化工、水泥、建筑、建材等上游产业的产能扩张，应用场景涌现也会拉动构建数字空间的“上游产业”，如传感器、5G、数据中心、人工智能、物联网等新基建产业的放量增长。从长期来看，土地、资本、人口等生产要素投入最终都会遭遇瓶颈，而由数据要素构筑的数字空间具有可扩展性，可持续为新模式、新业态和新产业的蓬勃发展提供承载，带动产业链上下游以及各行业应用投资，培育经济增长新动能。

场景助推开放、协同、整合式创新。改革开放以来，中国经济快速崛起得益于建立在劳动力成本低廉优势和发达国家大规模制造环节外包的全球化机遇，并成为全球唯一拥有完整产业门类的最大工业国，但长期处在价值链微笑曲线的底端。场景的数字连接有助于打破各环节职能间的壁垒，实现研发、生产、销售环节的互联互通。价值链的不同利益相关方必须紧密合作，比如建立数据共享





最后要提到的是，模式的变化深刻地降低了”拥有”的必要性，但增加了”链接”的必要性。例如，Airbnb提供短期房屋租赁而不持有任何房屋，曾经用来推测全球最大的连锁酒店Marriot的市值。

在内的新型协作关系，才能发挥网络效应，提升数据智能的水平，对需求进行实时响应。创新生态系统内嵌于每一个场景，将引致新的研发组织方式和劳动力布局，促进产业结构向微笑曲线两端拓展。

场景倡导多元价值主张。全球分工的制造业产业体系，以自由贸易促进了资源优化配置，长期以来通过规模经济实现利润最大化是商业的核心价值主张，而这也导致了环境污染、发展不平衡、贫富差距扩大等一系列重大全球性问题。当前受新冠肺炎疫情冲击，世界经济深度衰退、国际贸易和投资大幅萎缩，经济社会发展的不确定性显著提升。而场景的构建是以服务特定需求为导向，它的价值主张既可以是商业的也可以是社会的，例如，直播消费场景既为电商平台开启了新的流量入口，也可以缓解贫困地区卖

货难的困境；环境治理场景既可促进清洁能源的开发和推广，也为人口增长和工业化造成的环境问题提供更有效的解决方案；疫情期间，精准投递、无人运输、无接触配送等无人场景既成为了新的经济增长点，也为城市运行和人民生活提供保障。场景的多元价值主张有利于激发社会各界为全球共性问题提供新方案，既创造了新的市场需求，又进一步促进可持续发展和包容性增长。

### 家庭作坊、企业集团、平台巨头， 接下来是什么？

当家庭作坊的生产方式支撑不了蒸汽机、电力驱动的生产力提升以及进一步利用它们进行资源开发所需的大规模生产设备时，企


业集团逐步登上了历史的舞台。企业集团通常从控制和整合供应链上下游的关联企业开始，逐步实现财富的积累，然后通过并购活动大肆扩张到不直接相关的领域。以通用电气，通用汽车，联合技术公司和西门子为代表的跨国集团荣登工业时代的“名人堂”。然而，20世纪的60年代和70年代，出现了一波企业集团重组的浪潮，最主要的焦点是，企业集团拆分后的价值高于各部门价值之和<sup>6</sup>。这一浪潮在20世纪80年代的商业社会达成普遍共识，甚至喊出了“集团公司注定要消亡”的口号。我们还能从当前各类企业集团的瓦解和动荡中看到这个趋势的持续，通用电气最为典型<sup>7</sup>。

在这些工业时代的明星企业苦苦挣扎、不断萎缩和衰落之际，贝恩指出，2018年全球并购活动首次以将企业带入新业务领域的交易为主导。这种现象是由亚马逊和阿里巴巴等科技公司引领，按市值计算，这些科技公司在2019年占据了全球10家最大公司的7个席位。尽管导致表现差异的原因千变万化，但是决策能力始终是关键，即通过实时收集和大量信息、做出正确决策、调动资源并立即采取行动的能力。科技巨头们普遍采用平台型战略，其业务的复杂性看起来与企业集团为了实现多样化而整合的各类业务有过之而无不及，其底层逻辑却大不相同。大多数技术巨头是从单一类型的场景开始，通过“通用工具”渗透并创建各种关联场景，

最终构建一个强大的生态系统。这里我们以蚂蚁金服为例作进一步说明。

蚂蚁金服于2014年正式成立，是阿里巴巴集团成员之一，也是全球估值最高的金融科技公司。尽管有大量关于蚂蚁金服的案例研究，但从场景的视角可以将蚂蚁金服的发展分为三个阶段（根据《蚂蚁金服：科技独角兽崛起》等公开资料整理分析），2004年至2010年是需求倒逼的电商时代，其后4年是收割牌照的金融时代，2015年至今以及在未未来一段时间都将处于场景扩张的智能时代。在发展的第一阶段，支付宝主要是搭建聚焦电商交易场景的数字基础设施，积累了大量的交易数据。支付宝在中国第三方支付市场中占据半壁江山，然而，支付宝的发展还没有脱离其原始电商场景，主要还是服务电商平台上各交易方。而且从用户数来看，支付宝与排名第二、第三支付平台差距并不显著，其广受诟病的是糟糕的用户体验。

让支付宝真正突破电商基因，用户类型从产业链向生态圈拓展，业务从线性增长向网状多极增长，将竞争对手远远甩在脑后的，是在2010年12月支付宝为了提升用户体验推出的“快捷支付”。通过流程再造将每一次结算中多步骤的验证合并为一次，显著地提升用户体验和支付效率。快捷支付推出之后，最多时支付宝一夜之间就绑定了上百万张银行卡；上线后的一年时间内，包括四大

Ranking	DEC-1999		DEC-2009		DEC-2019	
1	微软		中国石油		沙特阿美	
2	通用电气		埃克森美孚		苹果	
3	NTT都科摩		中国工商银行		微软	
4	思科		微软		Alphabet	
5	沃尔玛		汇丰集团		亚马逊	
6	英特尔		沃尔玛		脸书	
7	埃克森美孚		中国建设银行		阿里巴巴	
8	NTT		巴西石油公司		伯克希尔·哈撒韦	
9	朗讯		必和必拓		腾讯	
10	荷兰皇家壳牌		中国移动		摩根大通	

全球公司市值排名Top10

行在内的160多家银行与支付宝签订了快捷支付合作协议。2014年10月，网商银行获批。至此，最初成形的蚂蚁金服，其金融触角已经覆盖支付、小贷、保险、担保、信托、银行等领域。公开资料显示，蚂蚁金服目前拥有国内最全的金融牌照。

今天，我们习以为常的支付动作——支付宝钱包支付、微信支付、Apple Pay等都是建立在快捷支付的基础之上。而移动支付已经成为支付宝渗透各类交易场景的“通用工具”，广泛于公用设施、公共交通、超市、

娱乐等日常生活场景中使用。另一个从电商交易场景中衍生出来的通用工具是芝麻信用，这是中国首个个人信用评分，已经广泛用于消费金融、融资租赁、婚恋、公共服务等数个场景。并通支付串联各类投资并购，场景得以持续扩张，数据量也呈指数级增加，这就需要同步或不断改进计算和算法。纵观其历史，蚂蚁金服始终保持坚持在技术创新方面的投入以保持数据驱动的核心竞争力，比如自研分布式关系型数据库OceanBase以及持续与世界顶级专家和研究机构开展金融科技方面的交流合作。

当前，位列世界公司市值前十的7家科技公司大多采用的平台战略，即为多方参与者提供交互或交易的数字基础设施。展望未来，平台公司是否还是商业社会的巨兽呢？

一些新的趋势正在出现。

今年9月，数据库软件公司Snowflake于纽约证券交易所上市，这家创建八年的公司在上市首日市值从330亿美元增至逾700亿美元，成为史上最大规模的软件公司IPO。这家开发用于管理公司数据软件的公司被称为“云上蒸汽机”。1月，首批中国制造的特斯拉Model 3交付到车主手中，价格在5万到6万美元之间。特斯拉公司的市值大于通用汽车和福特汽车公司的总市值。特斯拉的核心竞争力之一是通过自主开发的操作系统、OTA和芯片实现数字智能和自动驾驶系统。最大规模的自动驾驶电动汽车，将交通环境数字化，不断收集真实路况数据进行深度学习，进一步加强特斯拉智能化。特斯拉正在为移动出行未来建设数字基础设施。

近年来，不论是在私营部门还是公共部门，我们都看到大量的企业运用新经济的产品和服务，深度参与相关业务场景的构建和运营。如我们前面所说，每一个场景都将被重塑，这些将事物全面数字化的新型基础设施相比于传统基础设施在对场景的影响上已经更进一步，它们不仅是提供了数字世界的骨架，更会深度参与到运营与交互；随之而来

的是场景供需双方之间的关系也将会被重塑。未来的巨型企业又会是一种什么样的形态？

## 公园城市—为可持续发展和包容性增长而进行的城市系统性变革

亚里士多德曾说，人们为了活着而聚集到城市，为了生活得更好而居留于城市。城市是人类最伟大的发明，服务于人的需求，其功能也伴随着需求的变化而演进。农业时代，由于农业科技水平低下，城市主要服务于维持人类基础生存的功能。城市像容器一样帮助人们储存能量，仅有少量富裕的物资可以适当进行交易。工业时代，生产力得到空前发展，率先探索使用工业革命新工具国家和地区创造出丰富的实物产品，并将多余的物资通过全球贸易与其他地方进行交换，财富积累持续加速。服务于全球贸易的城市因此成长成为世界级的城市，它们大多位于港口，承担着交易所需的枢纽功能。当前，新工业革命席卷而来，世界的复杂性和不确定性也在急剧上升，人口仍在持续增长，经济低迷，需求疲软。面对多重变量，城市是否能再次成为人们的利剑与堡垒，在创造性破坏中，承载着人们对美好生活的向往一往无前？

我们或从成都获得一些启示。

成都位于中国西部，是一座典型的内陆城市。它拥有4500年文明史，建城2300多年不曾改名易址，外揽山水之幽，内得人文之盛。公开资料显示，2019年末，成都市常住人口为1658.万，实际管理人口逾2000万；GDP达到17012.65亿元，位居中国城市第七；GDP增速7.8%，领跑GDP排名前十的城市。承载持续增长的人口总量和经济

活动是城市的基本功能，这需要城市有弹性。我们认为城市弹性有两个重要方面，一是包括行政区划可使用空间和使用效率，二是外部链接和辐射范围。成都做了三件事情破解“蜀道难”的千年盆地之困。

自2017年起，成都通过推进“东进、南拓、西控、北改、中优”，形成“一心两翼

成都自古以来就是商贸繁盛之地



三轴多中心”的空间结构。尤其是通过“东进”，发展跨越龙泉山，从“两山夹一城”变为“一山连两翼”。2020年4月28日，成都东部新区正式获批，是四川省的省级新区；通过打造集生产、生活、生态功能复合的产业功能区，聚集创新要素，加速经济结构调整，以“人城产”的逻辑推动城市经济发展方式和经济组织方式转变，尝试破解“大城市病”；通过构建高水平开放的国际门户枢纽，包括立体化战略通道拓展、高能级口岸平台打造、全球供应链体系构建等链接和服务全球市场，加快融入“双循环”。以上举措从空间的延展力、聚集力和辐射力三个方面，正在持续增强城市发展的弹性。

当前，新工业革命席卷而来，世界的复杂性和不确定性也在急剧上升，人口仍在持续增长，经济低迷，需求疲软。面对多重变量，城市是否能再次成为人们的利剑与堡垒，在创造性破坏中，承载着人们对美好生活的向往一往无前？

## 龙泉山城市森林公园“一山连两翼”

空间有了，新的机会在哪里？

在2017年，成都同步启动了另外一场城市级革新：发展新经济、培育新动能，率先设立了一个新部门——新经济发展委员会。这一次，成都同样瞄准了千百年来城市的另一个基础功能，作为创新的媒介。成都首创发布“城市机会清单”，联合公共部门和私营部门，将各类场景需求的项目化、指标化、清单化，释放城市机会，消减创新发展过程中

的信息不对称；制定“场景九条”措施，从构建场景所需的城市新基建、要素生态、意识形态等方面优化城市环境；面向社会各界征集创新应用实验室和未来场景实验室，支持创新产品市场验证、技术迭代、应用推广、首购首用。为了进一步推动改革，成都采用了一种新的衡量方法——新经济指数<sup>8</sup>（NEI），这个指数将轻资产、高技能人力



龙泉山城市森林公园“一山连两翼”

资本投入以及符合未来产业需求方向的企业定义为新经济企业。NEI使用企业的行为数据，从劳动力、资本和创新三个方面衡量新经济企业的投入占总体经济投入的比重。

成都发展新经济的系列举措，以底层逻辑来看，是从信息交换、网络构建、孵化实验等方面进一步强化提升城市传播、实验、孵化创新的媒介作用。通过举力推动“场景营城”，城市仿佛变成了一个巨型实验室，创意和想法在城市空间充分涌动和碰撞，开

始了一场声势浩大、面向未来的共创实验。通过机会清单释放的大量机会，让很多新经济找到了新科技的用武之地，深度参与到城市治理、生态保护、公共服务等相关领域，一种新型的合作伙伴关系正在形成。

比如，在河湖生态治理领域，数之联科技公司通过成都市网络理政中心提供的智慧城市领域机会场景，通过对成都市河湖水资源情况通过遥感影像分析进行人工智能自动解译分析，融合物联网数据与网络理政数据构建



疫情爆发前后武汉汉口户车站对比

成都市河湖遥感大数据分析体系，依据水资源丰富情况建立成都市各个区域水资源丰富指数，判定河湖污染不同类型，建立水质综合感官指数。实现从宏观到微观，全方位掌握成都市河湖量分布，水质污染情况及污染演变趋势。

奥北环保则是首先得以在成都的各类公共空间推广验证“芯片回收袋”进行垃圾回收的新模式，这种有二维码和RFID芯片的回收袋，借助物联网技术应用，可以有效引导用户完成垃圾分类投放。截止目前，“袋子模式”已经发展58343名个人会员、397个机构会员，垃圾回收总量1383吨，帮助节约

树木17184棵，减少碳排放3194吨。奥北科技因为垃圾回收的模式创新和可持续性受到了来自2020迪拜世博会的邀请，并且是迪拜世博会ExpoLive项目从全球招募的7000多例商业创新案例中唯一受资助的中国大陆企业。

2020年突如其来的新冠肺炎疫情，让世界再次新经济不仅关乎高质量的经济增长，同时也为转变城市发展方式、解决全球共性问题提供了新思路和新方案。在成都，携恩科技和傲视科技两家无人机企业联手，与公共部门展开合作，为城市编织起空天地防疫天网，进行区域广播宣传、监控喊话疏导、社



区巡查防控外、高空防疫消毒、高速卡口喊话测温等行动，全方位助力疫情防控。国星宇航与人民日报合作，利用AI卫星网络提供卫星数据和技术服务“直播地球”，多角度的记录展现疫情蔓延下的中国影像；并开发新冠肺炎疫情卫星地图速查系统“疾控之眼”，为区域管理者提供基于时空数据汇集和展示的第一手疫情信息。

大数据分析、健康码、无人配送、在线教

育、电商直播、云展览等新经济的各类产品和服务为疫情精准防控、保障社会民生、保持城市正常运转做出重大贡献。这场全人类与病毒的竞速前所未有的，也是人类运用新经济应对全球重大挑战、解决社会共性问题的一个缩影。联合国秘书长古特雷斯呼吁要把握住新冠疫情后阶段的复苏时期，通过不断创新、不断发声，携手实现更高质量复苏，打造一个更具包容性和可持续性的未来。

茨威格在《人类群星闪耀时》这本书里有这样一句话，总是需要有无数的光阴无畏地流逝，才能等到一个真正具有历史意义的时刻。从历史视角来看，过去100多年是人类发展历史上规模最大、范围最广、影响最深的“造城运动”时期，梦魇之城柏林、田园之城伦敦、纪念碑之城芝加哥、塔楼之城巴西利亚、公路之城洛杉矶<sup>10</sup>等等，城市形态万千，发展理论百家争鸣，却也鲜有中国城市的身影。



**442,248**  
**kilograms**

of waste recycled  
by Aobag

2018年2月，中国国家主席习近平到四川调研视察时提出，成都要突出公园城市特点，把生态价值考虑进去。当前，成都正在打造规划面积1275平方公里世界最大城市森林公园——龙泉山城市森林公园，建设1.7万公里的全球最长绿道系统——天府绿道体系。我们期待成都通过铸强生态本底为人们提供生态宜居的美好生活家园，更期待成都用新经济先行经验挖掘在数字时代“公园城市”可以具有的更丰富的内涵，即运用科技创新向世界的可持续发展和包容性增长提供一个“公园城市”的整体方案。

我们翘首以盼。

---

公园城市一瞥  
图片来源由交子金融梦工厂提供



## 参考文献

1. Lipsey R.G., Bekar C. and Carlaw K. 1998, “The Consequences of Changes in GPT”, In Helpman E. ed., 1998, General Purpose Technologies and Economic Growth, Cambridge: MIT Press.
2. Batty, Michael. 2018. INVENTING FUTURE CITIES. MIT Press.
3. Ratti, Carlo, and Matthew Claudel. 2016. The City Of Tomorrow: Sensors, Networks, Hackers, And The Future Of Urban Life. Yale University Press.
4. Ratti, Carlo, and Matthew Claudel. 2016. The City Of Tomorrow: Sensors, Networks, Hackers, And The Future Of Urban Life. Yale University Press.
5. Sutton, Rich. 2019. “The Bitter Lesson”. Incompleteideas.Net.<http://www.incompleteideas.net/IncIdeas/BitterLesson.html>.
6. Chaganti, Rajeswarao. 2019. “GE And Alphabet: A Tale Of Two Conglomerates”. Rutgers Business Review 4 (1): 31-34.
7. Schumpeter. 2019. “Conglomerates Will Never Die Out, But Their Form Is Evolving”. The Economist. <https://www.economist.com/business/2019/02/21/conglomerates-will-never-die-out-but-their-form-is-evolving>.
8. The Mastercard Caixin BBD China New Economy Index is the fruit of a research partnership between Caixin Insight Group and BBD, in collaboration with the National Development School, Peking University.
9. The images are recorded by ADASpace AI Constellation, which constitutes 24 SSO orbital planes and aims to form a global integrated observation capability with multi-dimensional, high spatial and high temporal resolution.
10. Hall, Peter, 2014. Cities of Tomorrow: An Intellectual History of Urban Planning and Design Since 1880, 4th Edition. Wiley-Blackwell

# 推动精益技术应用 的高效政府

## 地方政府在移动出行创新中的作用

乔治·伊科诺米季斯 (George Economides)

英国牛津郡议会网联汽车和自动驾驶汽车项目组组长

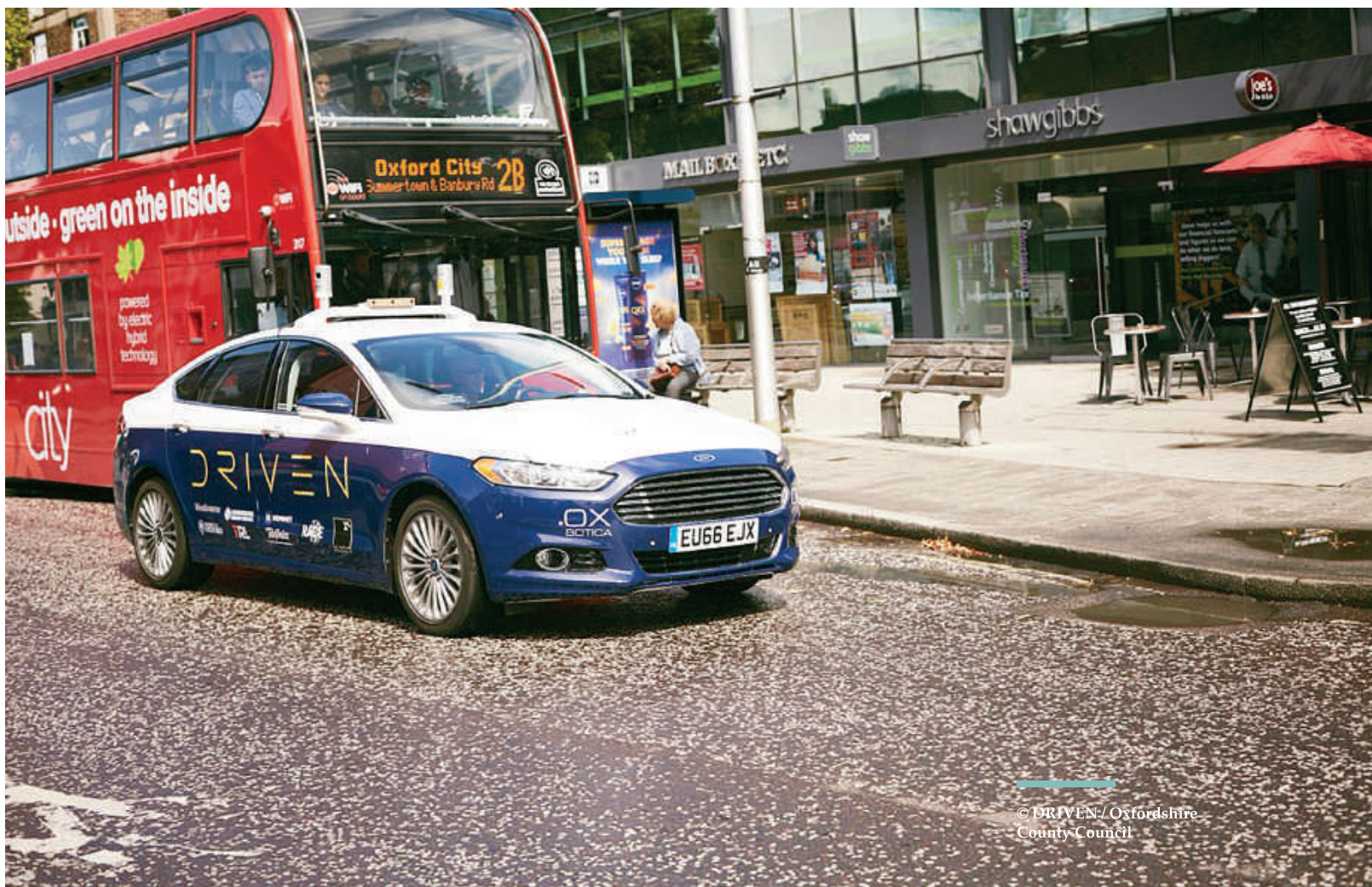
在全球城市化进程加速的同时，移动技术也在迅速地发展。到2050年，全球大约70%的人口将居住在城市<sup>1</sup>。随着城市的发展，我们在城市中的通行的方式也在发生变化，而带来这种变化的核心技术，很大程度上是由互联互通和自动化程度的提高所驱动的。

新型移动技术的推行为实现联合国推动创新和促进经济增长的可持续发展目标提供了机会。而在建设未来交通基础设施的过程中，地方和区域政府在确保社会效益与经济机会相平衡方面可以发挥关键作用。

地方政府着眼于长期的经济稳定，快速且具有竞争力的技术创新需求和地方政府趋于规避风险的态度之间常存在矛盾。在移动技术快速创新的时代，需要在地方政府机构内建立专门的创新团队，以探索公共资助机构如何将社会效益最大化并促进商业模式的可持续发展。英国牛津郡议会已经成立了一个名为iHUB的创新与研究团队来应对这些挑战，并积极参与到创新过程的合作之中。虽然iHUB团队隶属于牛津郡议会，但它的资

金主要来源于外部投资，通过与行业和学术界开展创新项目合作，在快速发展的领域逐步实现变革。我在iHUB负责的是英国地方政府首次开展的网联汽车和自动驾驶汽车（CAV）项目。

牛津郡议会的iHUB为移动性项目，在连接企业界和学术界资源、以及获得外部资金方面发挥了重要作用。项目包括网联汽车和自动驾驶汽车的公路试验、网络安全和通信技术，以及战略建模和资产管理。在短短两年半的时间里，网联汽车和自动驾驶汽车项目组已经从最初的2名成员增加到9名外部资助的工作人员，目前正在探索无人机（UAV）和量子技术相关的技术领域。该项目组在牛津郡议会内部发挥了促进创新的作用，它的成功标示着地方政府也可以在实现联合国可持续发展目标方面发挥重要作用。



© DRIVEN / Oxfordshire  
County Council

## 技术驱动力

日新月异的技术创新和不断变化的人口结构使我们时延变得敏感，进而促使全球范围内出现了网联汽车和自动驾驶汽车及其他新的移动出行方式的创新。人工智能（AI）、更快速的计算、新的传感器和更加顺畅的互联互通，使网联汽车和自动驾驶汽车可以在复杂的环境中运行。我们已经通过DRIVEN项目在牛津郡的城市高速公路和乡村道路<sup>2</sup>上对网联汽车和自动驾驶汽车进行了三年的测试。DRIVEN是一个为期30个月（2017年到2019年）的创新项目，由10个世界领先的组织联合完成。该项目涵盖了在混合交通中部署自动驾驶汽车车队的技术领域，包括网联汽车和自动驾驶汽车的试验、风险评估、通信、网络安全、保险、智能基础设施、车队管理系统等。

与此同时，电池技术的进步不仅加快了电动汽车的普及，而且还催生了一个新的微移动产业。预计到2030年<sup>3</sup>，全球微移动产业的规模将达到3800亿英镑。智能手机的拥有量正在迅速增长，预计到2025年，全球70%的人口都将拥有一部手机，其中大部分的增长将来自于新兴经济体<sup>4</sup>。移动互联互通使得的由数据驱动的新型数字服务和商业模式成为可能，且可能颠覆和改变整个移动



地方政府机构内需要有专门的创新团队，以探索公共资助的机构如何在流动移动技术快速创新的时代实现社会效益最大化和促进可持续的商业模式。

产业。灵活且响应需求的叫车和拼车服务正在与传统的出租车业务相竞争。此服务正改变着我们对公共交通的认知，而由它所带来的长期社会影响也会改变未来交通运输服务的规划。

地方政府必须为未来的城市、城市周边以及农村交通出行的转变做好准备。网联汽车和自动驾驶汽车、电动摩托车以及由慕移公交（Moovit）等聚合网站提供的按需服务，都是正在形成的智慧城市生态系统的组成部分。地方政府通过市场化运作，建立最少的必要基础设施，并与其它地区分享最佳实践使其得以推广，且产生持久的社会效益，从而实现可持续增长。

## 第四次工业革命

移动出行创新产生于第四次工业革命。由互联互通、数字化和自动化带来的第四次工业革命，将以前所未有的速度改变我们的城市<sup>5</sup>。一旦为网联汽车和自动驾驶汽车建立一个可扩展的主导设计后，将很快在城市得到广泛应用。尽管很难预测大规模应用的确切时间，但我们可以通过一些移动出行方式发生巨变的历史实例来进行估算。二十世纪初从马车到汽车的过渡就是这样一个史例。一张纽约第五大道交通状况的对比照<sup>6</sup>

片可以说明这一点。在1900年，马车几乎是第五大道上唯一的交通工具。仅仅13年后，同一条街上往来的几乎全都是汽车。

虽然网联汽车和自动驾驶汽车技术还没有找到一个主流的设计和可扩展的商业模式，但值得注意的是，当今技术被采纳的速度要比二十世纪初快得多（图1）<sup>7</sup>。根据最大胆的预测，我们居住的城市正处于大规模应用网联汽车和自动驾驶汽车的边缘<sup>8</sup>，预计到2035年<sup>9</sup>，全球市场总值将高达1000亿英镑。不管大规模应用网联汽车和自动驾驶汽车的确切时间是在何时，随着网联汽车和自动驾驶汽车测试进度的加快，世界各地的地方政府都需要为此做好准备。牛津郡已经成为Zenzic网联汽车和自动驾驶汽车试验平台生态系统的所在地，并正在主持开展一系列的网联汽车和自动驾驶汽车项目，包括Oxbotica、FiveAi、Dynium、Arrival、StreetDrone和Roborace。谷歌自动驾驶部门Waymo在收购了一家由牛津大学学者创立的模拟技术公司Latent Logic后，选择将其首个欧洲工程中心建在牛津郡。牛津郡议会正在与这些公司密切合作，以了解技术的发展情况。

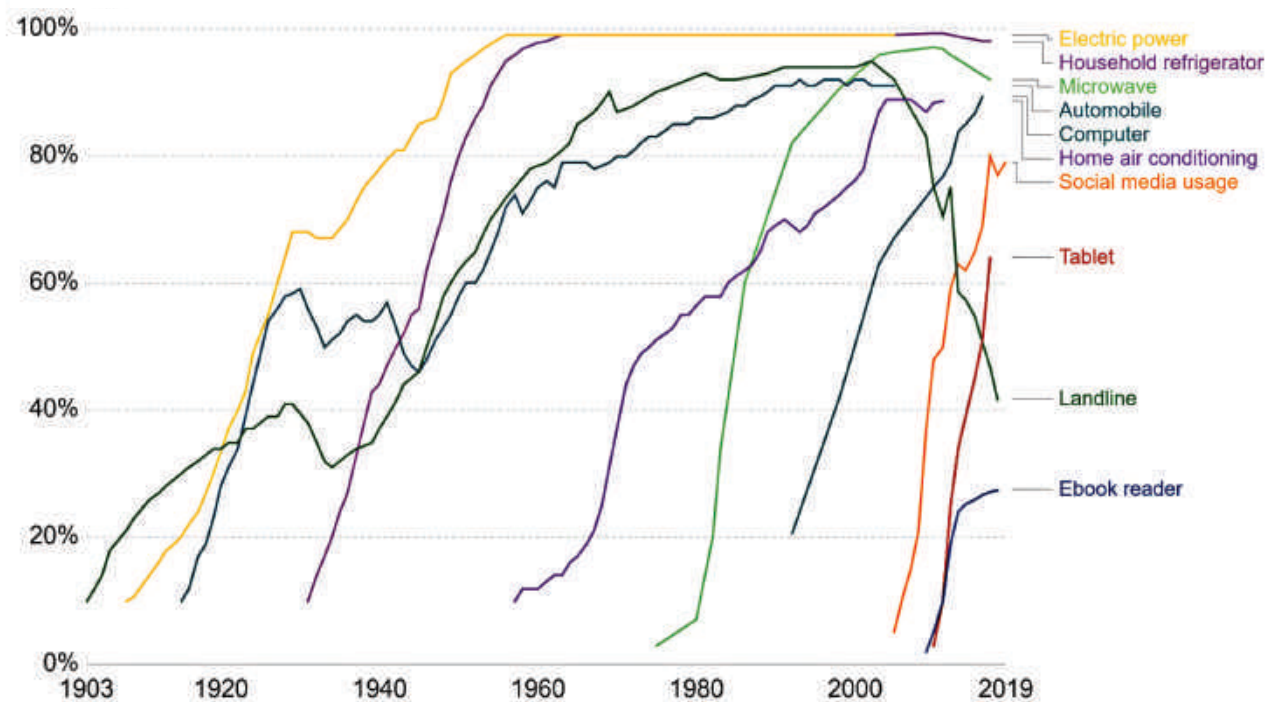
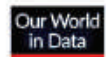
对于新兴经济体的城市地方政府来说为网联汽车和自动驾驶汽车技术的大规模应用做好准备，尤为重要<sup>10</sup>。在某些情况下，由于所

谓的“跳跃式发展”过程，新兴经济体对新技术的采用速度甚至会比其他地方更快。一旦新技术达到成熟，新兴经济体就可以跳过之前的迭代阶段。非洲快速采用移动支付就是这种现象最明显的例证——肯尼亚自2007年开始使用基于SMS的移动支付系统M-Pesa<sup>11</sup>。在这些领域中，基础设施投资的抉择可以决定向网联和自动驾驶移动阶段过渡的成败。

图1

### 美国家庭中的技术采用情况

技术采用率，以美国使用某种技术的家庭所占的百分比来衡量



Source: Comin and Hobijn (2004) and others  
 Note: See the sources tab for definitions of household adoption, or adoption rates, by technology type.  
 OurWorldInData.org/technology-adoption/ • CC BY



## 智慧城市

到目前为止，网联汽车和自动驾驶汽车的大部分进展都集中在车辆本身的技术上。对于私营部门的革新者来说，这种自下而上的方式是有道理的——他们试图建造商业上可行的交通工具，这些工具必须使用最少或现有的基础设施。地方政府和公共机构则有机会采取更全面、自上而下的方式，建立可供网联汽车和自动驾驶汽车运行的数字基础设施。通过助力建立安全的数据交换平台，地方政府可以利用交通管理优化城市交通，且确保公共交通和私家车均能以有保障、良性的方式运行。

为了实现这一目标，需要跨越城市、城市周边、高速公路和农村地区做到互联互通。虽然5G的低延迟和高带宽特性在人口密集的城市地区很有优势，也为基础设施所有者带来了潜在的回报，但需要一种整体的方法来连接不同的协议。为了实现城市内部和不同城市之间网联汽车和自动驾驶汽车的互联互通，汽车和数据交换平台必须能够在协议之间无缝切换，包括卫星、4G、LoRAWAN和Sigfox。为解决低带宽连通性的延迟问题，基础设施需要结合边缘计算和云服务。

另一个主要考虑因素即提供公路和地下环境的高清数字地图。随着车辆与交通管理部门之间的交互通讯越来越自动化、系统化，交通设施（如红绿灯或水管）和界线（如车道

标线）的绘制需要非常精确。这些“数字孪生”将助力模拟潜在的解决方案，以及实时监测城市环境。此外，高清实时数字地图将使传统实体基础设施（如停车计时器）实现数字化，从而实现更动态的管理。

虽然打造联网环境可能需要新建硬件设施，例如直接指示车辆行驶的红绿灯，但地方政府应优先建设关键的数字基础设施，并规划实体空间。地方政府可积极与新的网联汽车和自动驾驶汽车供应商合作，传达对公共领域的合理期望，包括无障碍环境和可步行性等优先事项。

地方政府还可以帮助建立基于云计算的数据基础设施，将位置数据有效地传输给网联车辆。如果将网联汽车和自动驾驶汽车的开发过程全部交给市场，我们将面临行业出现高度分散的风险，不同制造商生产的车辆运行在不同的操作系统上，无法进行有效的沟通。如果在共享系统上使用统一标准共享数据，地方政府则可在优化交通管理和路线规划系统方面发挥重要作用。

在牛津郡议会，我们的目标是将交通管理系统从一个只为驾驶人员传递信息的系统，转变为一个自动驾驶汽车、路线规划应用程序和交通信号灯等路边基础设施都能共享位置数据的公共系统。这代表着智慧城市治理发生了真正的变革，从而可以精确地预测未来城市治理系统发展的轨迹。

## 融资模式

由于政府机构传统的融资机制，地方政府往往不太敢冒险利用公共资金来尝试创新。

私人主动融资（PFI）是地方政府与私营企业合作的传统方式之一，它为私营企业提供了管理公共项目的机制。这些合作的潜在问题包括合作周期过长造成的资金套牢、技术过时以及无法跟上最新的技术进展。从总体上看，将PFI分包面临着公共资金使用效率低下的风险。

优步等国际企业提供的新技术也对地方政府带来了挑战。优步的技术提供了一种现成的商业模式，这种模式几乎不需要在当地进行二度开发，而且能够迅速为公众所接受。地方政府之间可能会相互竞争，以吸引这样的大企业落户，但这些企业可能不会为当地带来长期的公共利益。因为国际企业可能不会在该地区纳税，当监管条件变得对他们不利时，这些企业可以轻易地离开。

牛津郡议会的iHUB团队正在探索的新模式是创新采购伙伴关系（IPP）模式，我们希望能够助力移动出行现代化，同时刺激当地经济。

## 新建模和采购方法

在牛津郡议会，我们想要为包含多种不同交通方式或多模式交通的出行引入模型。例如，一个人可能会骑着一辆无车桩自行车去火车站，坐几站火车，然后再乘公共汽车去其最终目的地。因此，智慧城市治理所需的预测建模系统和模拟技术需要考虑到个人，而不仅仅是他们所乘坐的车辆。我们还看到了将其与真实世界的人口统计数据 and 来自传感器的验证方法联系起来的价值。这将是一个拓展尺度和时间线的系统，它将能够为从住房供给到交通管理的规划提供更广泛的信息。

这样的系统会为我们规划未来发展提供更好的数据。它使我们能够根据需求和数据佐证，充分利用公共资金投资新建道路或自行车道。此外，它还允许我们创建各种假设场景，并提供一种机制来评估这些场景的解决方案。

然而，目前市场上还没有这样的模型。为此，牛津郡议会发起了英国第一个创新采购伙伴计划（IPP），地方政府拟投资140万英镑成立一个联盟来开发一种新产品。最重要的是，牛津郡议会将拥有该项投资产生的部分知识产权（IP），目前已达成了利润分配方案。因此，这种方法创造了一种更好的产品供牛津郡议会使用，在刺激了市场创



**1.4**  
**million**  
**pounds**  
invested by local  
authority into IPP

新的同时，还将为相关公共机构带来投资回报。

## 迭代创新

人们通常苛责地方政府面对新挑战和新机遇时的反应过于迟缓。究其原因，在一定程度上是因为地方政府运作的时间尺度，其中涉及几十年的长期规划。另外一个原因是地方政府趋于规避风险，这是因为他们需要保证金融稳定且负责任地使用公共资金。

然而，在移动技术正在发生前所未有的变化之际<sup>12</sup>，优先考虑稳定性可能会导致在快速变化的格局中错失机会。

西英格兰大学（UWE）未来移动出行领域教授Glenn Lyons认为地方政府交通规划的“预测-提供”模式已经过时，并建议采用“决策-提供”的方法，即在地方政府的价值观指导下决定优先实现哪种未来预期效果<sup>13</sup>。

在牛津郡议会，我们正在提出一种更有活力的方法来进行交通运输规划，确保所提供的服务能够不断地符合和适应郡议会的价值观和优先事项<sup>14</sup>，由于技术采用的速度太快，即使对于“决策-提供”方法来说也是如此：决策之间的选择仍然在以敏捷和精益的方式进行开发，同时也在推广。

因此，由于创新是迭代的，我们正在为地方政府的移动出行规划提供一种“迭代-适应”的方法。在牛津郡议会的iHUB团队中，我们将这种方法作为一种潜在的模式，在地方政府内部提供一种机制，以便在技术快速变革的时代更加灵活和迅速地响应。

在这样的背景下，描绘牛津郡议会长期愿景的政策框架仍然存在，而专门的创新团队则更具有灵活性，可以根据市场和技术变化进行迭代和动态调整。创新团队仍然与企业原则紧密相连，但是由于创新的高度不确定性，创新参与和评估的方式需要更加灵活。

对地方政府来说，以上述方式投资创新等同于购买保险。当你在买保险的时候，你并不



期望你的投资能有直接的回报。你预先支付的钱代表的是一种长期去风险化的投资，即确保你的系统符合目的。

## 构建未来

牛津郡议会的例子已经表明，地方政府可以在当地和世界舞台上推动城市交通出行创新方面发挥关键作用。我们有幸拥有世界上最负盛名的大学和多所世界领先的机构。通过与学术界密切合作，帮助培育从初创阶段到成熟阶段的本地企业，我们已经表明可能会与本土和国际利益相关者、研究人员和企业合作，确保该地区长期的社会利益。牛津

郡议会还证明，地方政府的创新可以推动经济增长，为郡议会提供了一种直接对经济净增长做出贡献、进而实现联合国可持续发展目标的模式。值得注意的是，我们已经将iHUB团队从最初的两名全职员工发展到如今的24名全职员工，并为该地区吸引了超过1亿英镑的投资。网联汽车和自动驾驶汽车项目组是15个创新项目（由英国政府和欧盟共同资助）的合作伙伴之一，为牛津郡议会预算贡献了400多万英镑。

在地方政府内部引入专门的创新团队，就有可能对城市交通出行方面的技术进步做出快速反应，即便是在跨越几十年的时间框架内运营的、规避风险的公共资助机构内部亦是

如此。牛津郡议会的iHUB团队帮助发展了多家本地移动出行公司，包括Oxbotica、Latent Logic（最近被谷歌自动驾驶部门Waymo收购，在牛津建立了其第一个欧洲工程中心）、Zipabout和Arrival/Roborace。这个屡获殊荣的团队成立还不到五年，却已经证明地方政府不仅可以帮助推动移动出行创新，还可以成为新兴技术领域的世界领先专家，并在国家层面和世界舞台上为移动出行政策的制定做出贡献。

## 参考文献

1. World Urbanization Prospects: The 2018 Revision (2019) United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division
2. <https://drivenby.ai/> accessed December 2019
3. Micromobility's 15,000-mile checkup (2019) McKinsey Center for Future Mobility (figure converted to pounds)
4. The Mobile Economy 2018 (2018) GSM Association
5. Regulation for the Fourth Industrial Revolution (2019) UK Department for Business, Energy & Industrial Strategy
6. <https://www.businessinsider.com/5th-ave-1900-vs-1913-2011-3?r=US&IR=T> accessed December 2019
7. Technology Adoption (2019) Hannah Ritchie and Max Roser
8. The Self-Driving Car Timeline – Predictions from the Top 11 Global Automakers (2019) Emerj
9. Market forecast for connected and autonomous vehicles (2017) Transport Systems Catapult
10. World Economic and Social Survey 2018 Frontier technologies for sustainable development (2019) United Nations
11. 'Leapfrogging': A Survey of the Nature and Economic Implications of Mobile Money (2017) Centre for the Study of African Economies
12. A time of unprecedented change in the transport system (2019) UK Government Office for Science
13. Is transportation planning fit for purpose? (2018) Glenn Lyons, UWE Bristol and Mott MacDonald
14. Thriving communities for everyone in Oxfordshire (2019) Oxfordshire County Council

# 城市 作为生活实验室

## 设计驱动共创人本城市

付志勇  
清华大学

### 摘要

科技异军突起给城市发展带来不确定性，我们应该如何应用以人为本的理念，提出创新解决方案使科技发展与社会人文得以融合？面对城市社区问题的复杂性，我们如何借助开放性的创新方法和工具，促进公众参与共创和谐社区？面对城市可持续的未来发展目标，我们又要秉承何种共创模式，与国际化资源合作并贡献中国智慧？本文将结合清华大学在人本城市方面的探索，从设计驱动创新的视角，从人本城市、开放创新、共创模式三个方面展开研究和分析，为社会创新实践提供支持和参考。

**关键词：**科技向善、人本城市、生活实验室、社会创新

### 科技向善视角下的社区设计

如今，人工智能、大数据、物联网、云平台、个性化制造、智能生产等新技术、新方

法在不断地重塑城市，城市的物理空间和数字网络也融合形成复杂的生态系统。传统的自上而下（top-down）的城市治理模式，开始不足以应对当前的复杂社会经济状况，与此同时市民个性化的需求日渐凸显。因此采取自下而上（bottom-up）的策略，借助科技之力，创新性地设计城市公共服务和社区再造就变得非常重要。

清华大学将设计创新融入到技术对社会的变革中，开拓了社会创新设计的新模式。不同于科技公司所进行的智慧城市基础设施建设，设计创新强调的是面向社区和公共服务的实际需求，以设计、科技和商业融合的手段，改进社区居民的生活。面对社区设计的需求，我们针对社区与居民的管理、居民间的信息互通，以及同伴间的情感互动等不同层次的需求，开展了一系列设计研究和项目实践。以下的两个案例为清华大学桑坦德21世纪挑战赛的项目成果。

“Green plus（增绿）”是一个协助植物与城市中的年轻人交流的智能花盆。用户可以使用按钮给植物浇水，并通过人工智能技

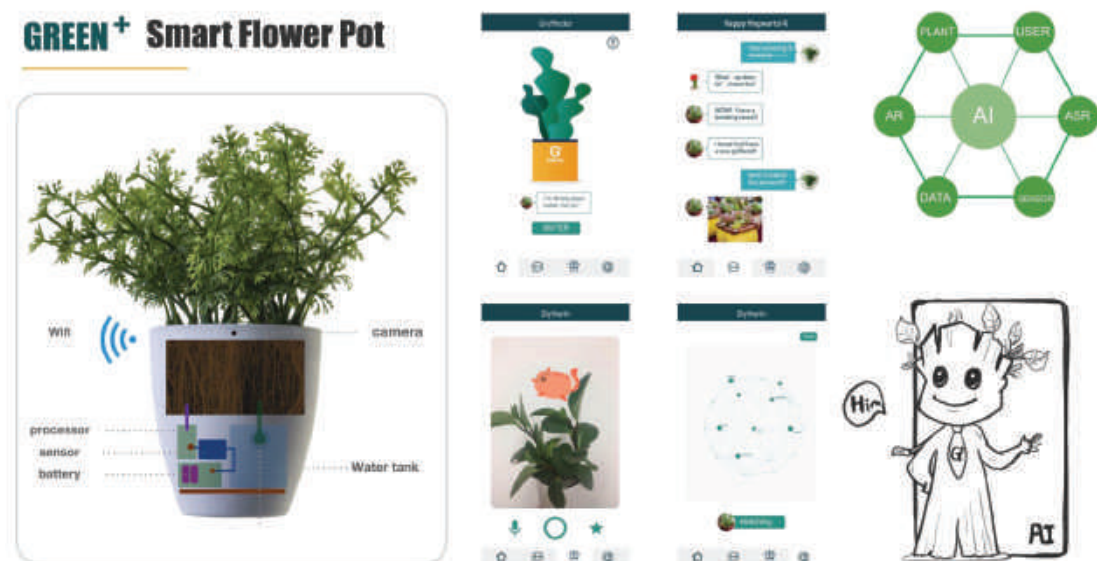


图1. “Green plus(增绿)”项目



图2. “Buildable(可建造)”项目

术与植物对话（图1）。“Green plus（增绿）”运用花盆和应用程序将用户联系在一起，建立起一个简单的社交网络，用户可以聚在一起讨论种植并分享成果。这样一来，“Green plus（增绿）”得以陪伴城市里独居的年轻人。通过手机上的储水、储肥、土壤监测系统，用户可以通过手机上的一个按钮对植物进行远程控制和管理。当用户在手机上使用AR观察植物时，可以在屏幕上看到生动的植物，甚至可以与植物对话。当植物需要帮助时，会使用人类的语言告诉主人。

“Buildable（可建造）”项目（图2）针对居民的需求，旨在改善大栅栏的生活空间。该移动App用于扫描室内空间的布局和家具，通过图像识别技术完成空间建模之后，再利用数据库的家具模型搭建出适合居民生活的新室内布局。完成设计后，相关制作需求可以通过互联网平台连接到后续家具生产供应链（中国有很多淘宝村，借助其生产能力和效率的优势，能够生产品质优良且价格实惠的家具）。此项目在让居民能够妥善改进生活的同时，建立适合中国社会的全新社区再生服务模式<sup>1</sup>。

以上案例中能够看到，科技助推一切成为可能，但从具体案例到实施和推广，都需要开放创新实验室模式的支撑，开放社区生活实验室只是其中一个尝试。

## 基于生活实验室模式的社会创新实践

越来越多的社会问题被视作是抗解问题（Wicked Problem），需要用开放创新（Open Innovation）的模式进行解决。我们提出了基于生活实验室（Living lab）的创新实践模式，对城市空间和市民需求进行城市经验研究，策划发展性研讨会、社区活动、合作试点项目等，输出具有社会影响力和社会变革效应的成果，实现以人为本的城市建设目标。“生活实验室是一种研究方法，强调在多样性和不断变化的现实生活情境中，进行感知、原型设计、验证和复杂解决方案改进。”其利益相关者包括居民、研究机构、非盈利组织、社区及街道管理者、设计公司等。

同时，我们以设计思维的流程和工具为主导，开发出适合开放实验室的工具。成果输出则强调了科技向善的力量。此模式的成功与更具参与性的开源技术、低技术门槛、社交媒体及其他应用于社区的服务等要素紧密相关。

生活实验室（Living lab）是一种创新性的研究方法，通过测试实际应用的效果来改进方案，开发创新的产品和服务，增强产品在未来市场的适用性。生活实验室（Living lab）采用用户驱动、开放式的创新模式，使用户也成为创新者。生活实验室研究人员提倡合作团队成员来自于不同专业。这些参



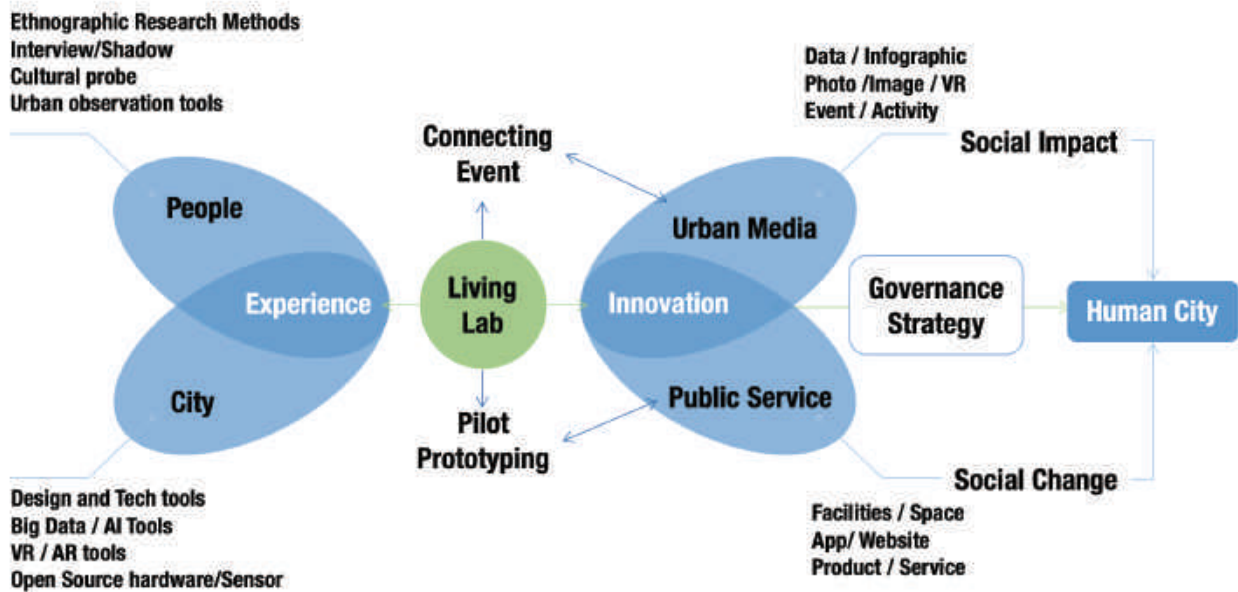


图3. 人本社区生活实验室模式

与式的方法为设计师和用户提供了一个“第三空间”<sup>2</sup>，在这里，采用每个人都能理解的方式来促进合作的开展及相互理解<sup>3</sup>，并有助于在合作过程中明确原本模糊的内容<sup>4</sup>。

清华大学美术学院借助人本社区生活实验室 (Humanistic Community Living Lab) 模式(图3)，通过课程、工作坊、暑期项目等，汇聚想法和资源，以城市再生和社区实验为突破口，深入真实的社会场景，了解社区居民的实际需求，结合信息科技的力量来开展公共服务设计实践。我们在北京大栅栏、垡头地区文化中心、燕京里、法源寺等地，应用开放实验室模式开展了一系列的社会创新设计活动。燕京里项目是一个青年社

区，包括居住空间和共享办公空间，我们将其作为一个平台，借助北京国际设计周的契机，通过艺术装置、社区种植、社区地图等项目，让社区中的年轻人与周边社区居民增进联系。法源寺是一个传统社区，在寺庙前有一个开放空间，同时也有社区活动空间作为人群聚集场所，我们面向儿童和家长开发了基于开源硬件制作互动装置的社区寻宝游戏，让参与者收集信息的同时，更好地了解社区文化并融入社区生活。

“城市关注” (City Care) ”项目 (图4) 是一个城市公共服务信息共享平台，鼓励大众的参与，市民可以通过发现和分享城市中的各种问题来表达自己对城市的关注，从而

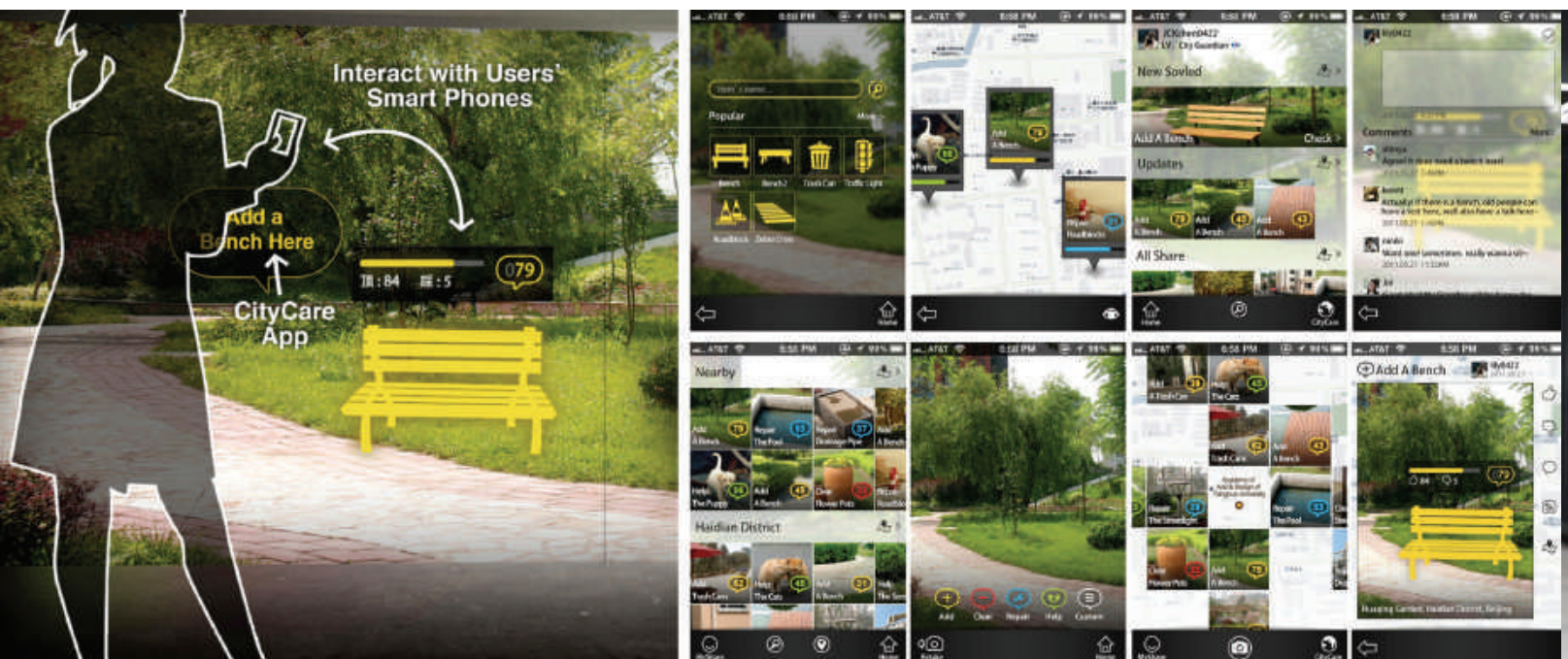


图4.“城市关注(City Care)”城市公共服务信息分享平台

推动城市公共服务建设。用户可以通过手机发布问题、评价问题、就共同关注的问题进行交流，同时在网页端查看全城问题的分布和趋势。城市关注平台以众包的形式对发布的问题进行评价和筛选。针对关注度和评分高的问题，该平台会按照问题的关键词和分类将其发送给有关部门进行处理。在该平台系统中，问题的发布者（用户）、问题的负责人（政府和相关部门）、以及问题解决的执行者（相关部门、企业和社会团体）之间通过平台的信息共享进行有效合作，以更好地改善城市公共服务质量。

“Listen to our stories（倾听我们的故事）”（图5）是清华大学美术学院信息设计专业学生团队发起的一个项目。该项目于2017年在北京时尚新生活空间——燕京里启动。居民的故事是社区最宝贵的财富，故事能将个人、群体、社区空间三者有机联系在一起。项目成员认为，社区设计的核心一方面是重塑居民间的人际关系，另一方面重建居民与空间的关系<sup>5</sup>。

与传统研究不同的是，生活实验室（Living lab）模式在现实世界中开展研究，涉及到



图5. “Listen to our stories(倾听我们的故事)”

多个利益相关者和各种交互模式，用户会同时作为共同创新者在研究中发挥积极作用，推动协作创新。这些探索和实践使城市和社区发展管理者、设计师、建设者、投资者、实施者和用户/公民共同创建实验室，积极参与多学科研究团队，打造研究环境，并采取联合协作的方式来创造理想的结果<sup>6</sup>。实验室提供的智能设计工具将成为不同利益相关者的有利助手，从整体和局部的不同角度出发，帮助他们解决实际问题。

将设计思维应用于开放实验室，我们开发了共同设计流程（图6）<sup>7</sup>作为可持续人本城市

短期规划的实践基础。此流程包括：探索相关领域、整合利益相关者资源和痛点问题、协同创造实验的理念及解决方案、投放产品和实施服务、总结并评估结果。共同设计（Co-design）可以帮助设计师和未受设计训练的参与者在设计开发过程中一起贡献创造力<sup>8</sup>。通过联合设计研讨会和中心小组，团队将与参与者互动，以更广阔的视角寻找创新机会，通过概念化和原型化的方式提出可行的基于人本城市的建议和愿景。协同设计实践从更系统的视角探究城市的宏观运作模式，同时充分考虑市民个体的感知、动机和行为。

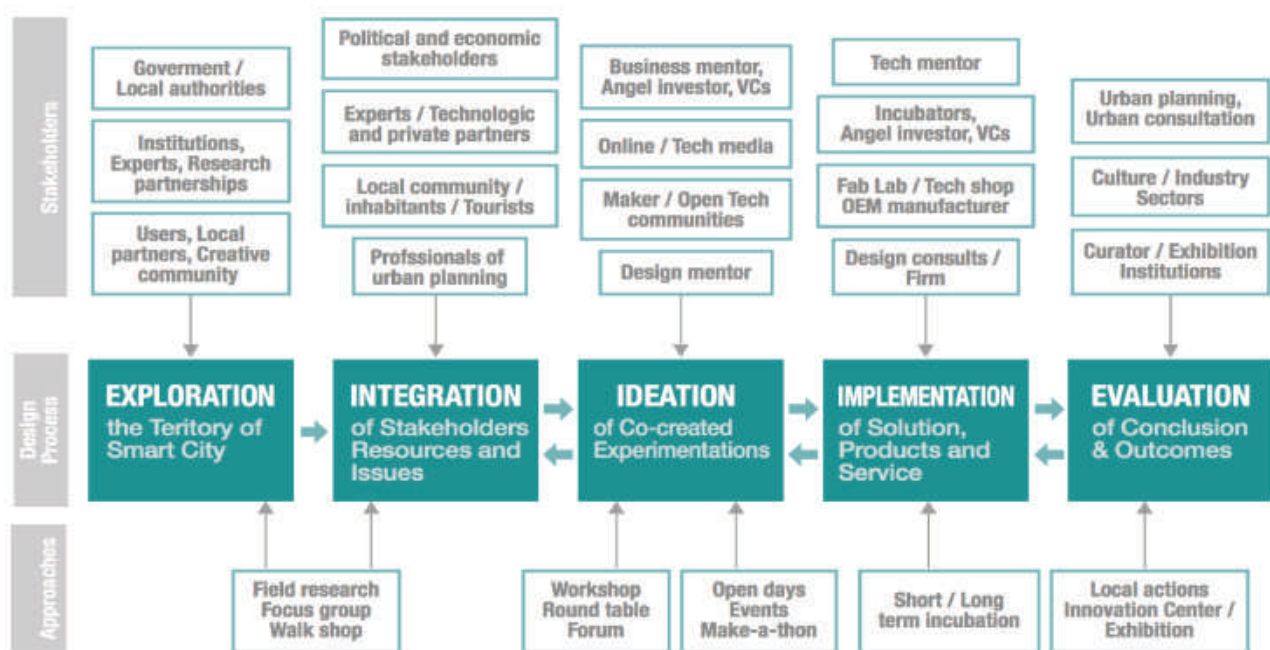


图6. 共同设计流程

## 人本城市的国际化协同创新模式

联合国可持续发展目标旨在从2015年到2030年间，以综合方式彻底解决社会、经济和环境三个维度的发展问题，转向面向可持续目标和智能社会建设的可持续发展道路。我们与国际资源合作，通过组织创新活动和知识分享，为城市创新提供智力资源和服务。

2011年，清华大学美术学院与Parsons合作

启动了设计北京实验室（Design Beijing Lab），从城市感知与可视化、城市交通与社交网络、公共服务与管理、城市操作系统与连接等几个方面探索未来智慧城市相关实践领域。随后，在2012-2014年的北京国际设计周展示了一系列来自于本实验室的智慧城市产品及服务。另外，2014-2019年，清华大学与斯坦福大学合作开展了人本城市计划（Human Cities Initiative），从文化传承、社会公平、经济活力、可持续环境发展四个方面来研究人本城市，并与政府、非

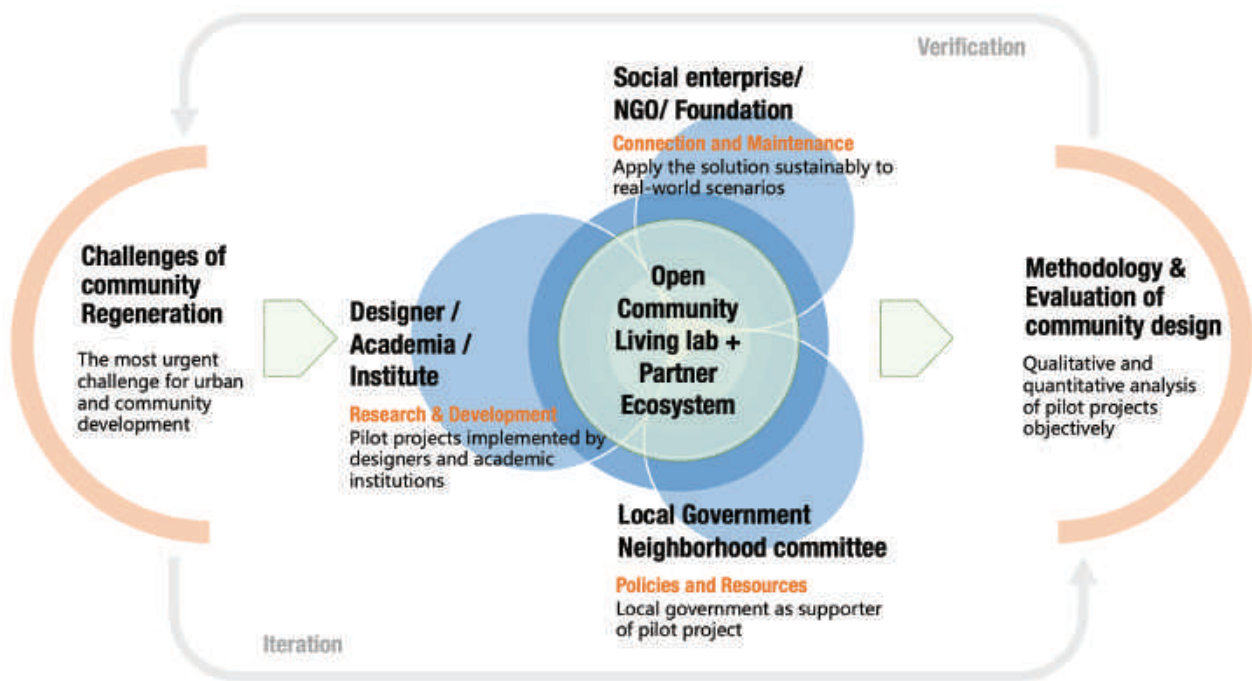


图7. 伙伴生态系统

盈利组织和社会企业合作，在市区规划、青年旅舍、绿色货运和空气污染信息等领域开展城市可持续发展项目。学生们推出了一款针对城市宜行性的APP。对行人友好的城市发展规划既是环境质量提升的指标，也是可持续发展的关键决定因素。APP让市民从不同方面了解街道设计，从而提升步行体验。APP鼓励用户发现街道的不足与可提升之处，并有针对性的提出改善建议。

以上的合作项目均充分运用了伙伴生态系统

(图7)<sup>9</sup>，除此之外，我们还与联合国粮农组织（FAO）开展了多项服务设计和可持续专题研究，从服务设计的角度分别就农民技能提升、农业参与式保障体系、农业文化遗产、互联网农业等提出概念设计和解决方案。项目团队均由跨学科成员组成，确保融合不同的创新视角。清华大学与联合国粮农组织（FAO）、北京学院路二里庄社区进行深度合作，探讨以都市农业为纽带，面向环境改善、居民参与度、废弃物循环利用等主题的设计。以上的探索和实践发挥了各个

不同利益相关者的优势，基层社区为设计团队提供了真实的场景，联合国粮农组织（FAO）的专家智库为设计团队提供专业知识的支持，设计团队则发挥设计思维的创新力提出切实的解决方案并进行测试。该伙伴生态系统的模式符合中国国情，产生的知识和经验在解决城市再生问题的同时，经过长期迭代和积累，也十分有助于对长远未来发展方向的探索。

## 反思与结论

在面向人本城市研究中，我们提出了共创设计框架，并成功启动了小规模项目，尽管案例研究主要来自教学与课程经验，相关探索

仍在项目实施的早期阶段，并且有待和具体城市应用场景结合，但我们已经看到未来的趋势和方向。此外，我们需要对评估技术有更深层次的理解，建设更好的参与机制使公众能够贡献他们的观点，测试更智能的服务和解决方案。这些也将为城市的合作设计实践提供有益的参考和支持。

在未来，人本城市的发展在政治、社会、管理、经济等各方面都面临着更高的挑战。共创人本城市的目标是为设计师提供机会来创建机制，增强市民自下而上的参与力量，同时也带动设计方法和流程的发展。传统的设计领域正向深度和广度拓展，“深度”方面，社会人文与前沿科技跨界融合产生了新理念和新方法，设计学科将提供更深入理解

人类感性和社会伦理的新范式。“广度”方面，设计学科领域及影响力正在不断拓展，从以用户为中心的交互发展成为更复杂的城市以及社会系统，协同创新的设计方法正在成为社区与城市可持续变革和发展的重要推动力。在设计驱动创新的视角下，融合开放创新的方法和伙伴共创的模式，设计将更好地推动人本城市建设目标，带给市民更满意的未来。

## 参考文献

1. Archie Cantwell, Hugh Diamond. Buildable[EB/OL] <https://cameronclarke.cc/Buildable,2020-1-28>.
2. Muller, M.J.: Participatory design: the third space in HCI. In: Sears, A., Jacko, J.A. (eds.) *The Human-Computer Interaction Handbook*, pp. 1051–1068. Lawrence Erlbaum, Mahwah (2003)
3. Wall, P., Mosher, A.: Representations of work: bringing designers and users together. In: *PDC 1994*, pp. 87–98 (1994)
4. Hecht, M.K., Maass, S.: Teaching participatory design. In: *PDC 2008: Proceedings of the 10th Anniversary Conference on Participatory Design 2008*, pp. 166–169. ACM (2008)
5. ‘Program in Beijing Qinghe’, <https://zhuanlan.zhihu.com/p/35301001>, Accessed 25 April 2019]
6. Higgins, A., Klein, S.: Introduction to the Living Lab Approach. In: Tan, Y., Bjorn-Andersen, N., Klein, S., Rukanova, B. (eds.) *Accelerating Global Supply Chains with IT-Innovation: ITAIDE tools and methods*, pp. 31–36. Springer, Berlin (2011)
7. Fu Z, Lin X. Building the Co-design and Making Platform to Support Participatory Research and Development for Smart City[C]// International Conference on Cross-Cultural Design. 2014.
8. Sanders, E.B.-N., Stappers, P.J.: Co-creation and the new landscapes of design. *International Journal of CoCreation in Design and the Arts* 4(1), 5–18 (2008)
9. Fu Z, Bu Y. Constructing the Research Model of Beijing Neighborhood Through the Living Lab Method[C]// International Conference on Cross-cultural Design. Springer International Publishing, 2016.

## 城市商业模式与可持续金融

如何实现城市的可持续发展及共享繁荣？

幽默经济学家蒂姆·哈福德在《塑造世界经济的五十项伟大发明》中有这么一句话：“你要等待成熟的不是一项‘技术’，而是一个‘系统。’”书中有这么一个故事，法拉第发现电磁感应是在1830年，而爱迪生是在1870年发明了电灯、发电机等一系列有关电力的解决方案，但直到1890年左右，也就是20年以后，电力才真正进入到工业领域。而到了1920年也就是50年以后，所有相关的电力设备收费体系都成熟了，也就是人们使用的能力提升，电力才开始真正的普及。<sup>1</sup>对于城市领域，创新技术的应用同样需要设计可持续的商业模式及金融投资体系，比如5G、自动驾驶、人工智能等前沿技术。技术能被持续及广泛应用的前提一定是找到商业模式上的平衡。

气候变化、资源短缺都是席卷全球的问题，城市更需要担当起运用人工智能及另类数据等手段来推动变革的责任。引入可持续金融与ESG投资等创新理念，不仅将成为资产管理机构规避风险及寻找投资信号的有力武器，更将加速全球可持续消费和基于自然的解决方案(Nature-based Solutions)等创新方案的实施，平衡发展与资源消耗的突破口。技术没有国籍没有颜色，但可持续投资是全人类都值得投入的绿色竞赛。

1. Harford, Tim. *Fifty Inventions That Shaped the Modern Economy*. New York: Riverhead Books, 2017.



## 第四章

# 城市 商业模式 与可持续金融

# 并非 快者必胜

## 城市语境下的创新设计思维

皮特·司库佩里 (Peter Scupelli)

卡内基梅隆大学

我们生活在一个呈指数级变化的人类纪，设计的痕迹遍布全球，它塑造了我们的地理环境、生物圈以及气候环境。我们的时代经常被描述为动荡、不确定，复杂和模棱两可的（VUCA）。

面临气候变化和可持续性生存挑战，产品和服务快速开发的同时也在不断迭代，并被使用在更广泛的环境中。产品和服务创新过程中有哪些特定价值，会有助于或阻碍长期可持续发展目标的实现？

与相对稳定的时期相比，快速的变化可能让人感到困惑，也可能让许多人措手不及。不久前还行之有效的设计方法，现在已经开始受到质疑。虽然加快开发周期可以解决短期问题，但是仅仅通过快速建模，并不能保证实现长期目标。因此，长期目标在动态和快速变化的环境中至关重要，设计师需要新的方向和视角来进行可持续的产品和服务创新。

有关可持续生活复杂性的设计方式与忽视当地环境进行产品和服务开发有所不同的。首

先，不同语境下的社会问题，需要多种观点来阐述过程。然而，我们通常学习到的以人为中心的设计过程很容易被默认为以客户为中心的狭隘的设计，从而忽略了不同的背景和价值。在时限压力下，设计师可能会以客户需求为重点，忽略了从更广阔视角去探索人和社区生活的意义。

考虑客户需求和产品机会固然很有帮助，但仅止于此可能会出现问題。过去，以人为中心的设计思维在了解客户对人机交互(HCI)和服务的需求方面发挥了作用，但在用于实现可持续发展目标时需要加以调整。

服务设计框架允许设计者同时考虑客户和服务提供者的不同需求。但可持续生活方式涉及的利益相关者比客户和服务提供者更多。人们必须考虑社会生态环境的多个层面（例如：个人，群体，组织，社区，公共政策等）和不同的价值体系<sup>1</sup>。

允许以创新为出发点的不同观点存在的工具和方法为设计师提供了发现经济发展的新机会。换句话说，这种新方法可以为先前被忽



许多设计教育的重点是教学生制作可以在短时间内制作的产品或服务，以便通过快速原型制作立即发布，或者想象遥远的未来概念，通过与未来研究领域的最佳实践保持一致。

视的问题提供解决方案和新的发展机会。

为了说明这一点，下面将举出一个从人机交互（HCI）提取的有关于可持续性行为变化的简单例子。对问题的理解和框架决定了解决方案的空间。人机交互（HCI）解决方案能解决各个层面上的问题，通常通过手机应用程序和小工具来决定具有说服力的专业技术（即知识差距，触发因素，动机）<sup>2</sup>，这些应用程序可以用来计算步数、生物特征，记录卡路里、发送提醒等等。但是，在不考虑其他关键上下文变量的情况下，易于衡量的指标通常会提供混合结果<sup>3</sup>。

为了找到与健康选择和可持续性有关的可持续行为变化的有效解决方案，我们可以采取什么措施？如何将以人为本的设计思维应用于生活方式的选择？关于行为变化，公共卫生文献中提出了两个建议：社会生态框架和阶段变化模型。

首先，社会生态框架指出，卫生决策是在广泛的背景下制定的，由五个层次构成：个人，团体，组织，社区和公共政策。过去成功的公共卫生举措在社会生态框架的多个层面上运作（例如吸烟，酒后驾车）。更为广泛的框架和基于证据的方法打开了行为变更的设计空间，涵盖了家庭、团体、组织、社区和公共政策。这样的框架使得内容能支持持续的行为改变。

第二，人与人之间的个体差异导致一种方法不能解决所有问题。行为变化和个人转变的设计解决方案应考虑不同的阶段和时间过程<sup>4</sup>。阶段变化模型表明，根据人们在转型过程中所处的位置，需要采取不同的干预措施。行为变化是一个过程，需要一种专门的变化理论，以可持续的方式支持人类转型。

为了使设计工具和方法行之有效，它们必须适用于任务和环境。当与以人为本的设计思维结合使用时，社会生态框架和阶段变化模型能够为设计引领创新提供了强大的支撑。可持续行为变化的例子告诉了我们哪些关于城市地区的可持续发展的道理？

可持续城市地区的理想未来取决于两个转变：城市人口的增加和迅速低碳化的生活方式。第一次转变涉及增加城市人口。目前，超过一半的人居住在市区。到2050年，预计将有三分之二的人生活在城市中。为了避免气候变化带来灾难性影响，第二次转变要求到2030年碳净排放量至少减少50%，到2050年减少100%。脱碳的城市生活方式为创新产品和服务提供了绝妙的设计机会。

可持续的城市发展和气候适应会是什么样的？如何增强以人为中心的设计思维，并有意识地应对此类挑战？在这篇简短的文章

中，我描述了如何利用未来思维方式促进和增强以人为中心的设计思维，这些方法以关注于挑战、机遇和设计方法为主，支持在可持续发展方面的创造创新产品和服务。

想要为城市中心的可持续发展创造创新产品和服务的设计师会面临五个挑战：（a）为可持续的价值观和文化而设计；（b）使短期行动与长期目标保持一致；（c）使设计与变革力量保持一致；（d）按时间范围多样化创新渠道；（e）考虑未来的其他可能性。

为可持续的价值观和文化而设计。价值观和文化至关重要。不幸的是，目前的以人为本的设计思维方法并未明确地探索价值观。设计创造价值，价值和偏见被嵌入到设计过程中并驱动设计。因此，设计师必须考虑到伦理问题<sup>6</sup>。简而言之，技术不是中立的，需要考虑负面的、意料之外的后果<sup>7</sup>。预估设计产品和服务的负面影响变得愈发重要，并且越来越重视以道德方式开展工作<sup>8</sup>。此外，设计师必须广泛考虑设计产品的环境影响<sup>9</sup>。因此，对于设计人员和设计方法而言，如何在关键的设计过程中融入价值观也是一个重要课题。价值观如何驱动设计决策，成为设计流程的一部分，以及如何评估设计成果？诸如因果分层分析之类的未来思



图1.苏哈尔·伊那亚图拉(Sohail Inayatullah)的屏幕截图说明了TEDx的因果分层分析。

维方法学可以帮助设计人员注意到价值观、世界观、系统和日常行为之间的联系(图1)<sup>10, 11</sup>。

使短期行动与长期愿景目标保持一致。诸如社会层面的可持续性创新之类的挑战需要新思想、新时代和新行动。以人为本的设计思维倾向于将重点放在当前的短期的问题上。相反,为了防止气候灾难发生,可持续发展目标和快速脱碳预计将在2030年实现。不断缩短的设计产品周期与可持续发展所需的长期思考之间存在一定的对立关系。设计行业缩短时间尺度的例子包括快时尚<sup>12</sup>、持续性测试版本<sup>13</sup>和精益创业<sup>14</sup>。与设计中的短期思维相反,全社会范围的可持续性计

划的眼光长远,会持续到2050年甚至2100年<sup>15, 16</sup>。可持续变化的设计需要使短期设计行动与长期愿景保持一致。

使设计与变革的力量保持一致。城市语境是由多种力量塑造而成的,范围从社会、技术、经济和环境到政治力量(STEEP)<sup>17</sup>。在城市语境中,主要关注技术推动和以人为本的设计理念的设计师可能会错过其他关键成功要素。我们生活在动荡、模棱两可、复杂和不确定的时代,越来越难去预测出有价值的创新产品、服务和经验,来进行可持续城市发展设计。在瞬息万变的世界中,遥不可及的未来是无法预测的,但是可以通过系统的方式对其进行想象。

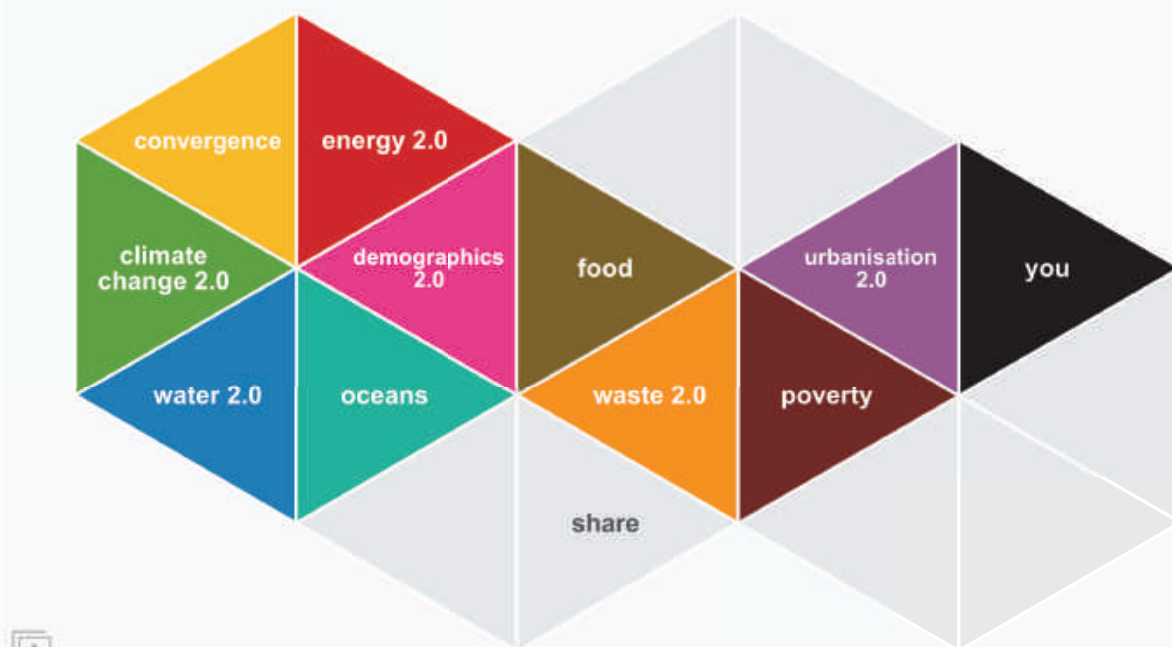


图2. ARUP的变革驱动力程序的屏幕截图  
<http://www.driversofchange.com/>

当设计师考虑设计解决方案如何与当前和未来的社会、技术、经济和环境到政治力量（STEEP）保持一致时，解决方案将变得更加强大和灵活（图2）。

按时间范围多样化创新渠道。不幸的是，没有任何单一的设计解决方案能够神奇地解决诸如可持续发展之类的复杂问题<sup>18</sup>。因此，设计师应针对多个时间范围探索多样化的设计组合（图3）。通过这三个维度的对创新组合进行战略性管理时，需要考虑多个时间

跨度。例如，对于像微软这样的大型技术公司，设计产品的构想可能需要三个不同的时间范围，从三个月到三年、七年不等。适用于每个时间范围的设计方法类型各不相同。但是，许多设计教育的重点是教学生制作可以在短时间内制造出的产品和服务，以便快速成型然后立即发布，或者教他们结合未来研究学的最佳实践去设想遥远的未来概念。设计师要考虑的关键问题是，他们的短期决策如何与长期愿景目标保持一致？以及，在

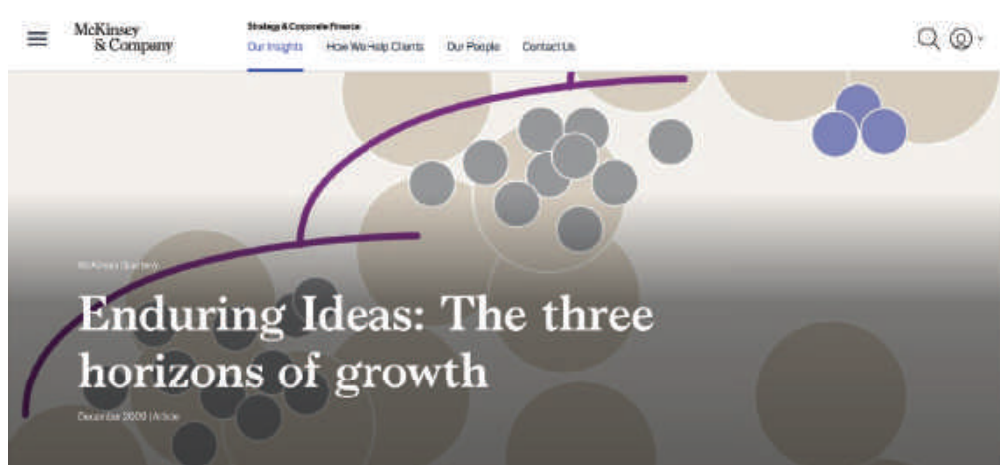
多个时间范围内对设计进行探索的特定组合如何合力帮助实现理想的长期目标呢？

考虑未来的其他可能性。设计师通常会探索多个想法，然后专注于发展一个项目方向。只关注一种产品具有实际意义，但当我们生活在一个变幻莫测并且这种变化呈指数增加的时代，这种策略就很冒险。没有人能准确预测未来。设计师可以从未来研究学的一些核心思想中学习，比如“未来”是不存在的，因为它尚未发生。没有这样“一个未来”能让我们一往直前，多种可能性总是存

在的。当前做出的选择或多或少地使某些未来成为可能。尽管一些未来图景比其他的更具可能性，但在动态变化的时代，我们很难准确预测会发生什么。从设计的角度来看，为产品和服务探索多种未来可能性并做好准备，将能更好地应对挑战<sup>20</sup>。抵御力通常是对可能的未来进行深入探索的结果。

上述挑战和机遇得到了新的设计方法的支持，这些方法被称为Dexign Futures（未来设计）或Dexign Thinking（设计思维）。Dexign中的“X”由阿诺德·瓦瑟

图3. 麦肯锡网站2009年关于发展的3个维度文章截图<sup>19</sup>





## Welcome to DexignFutures.org

APRIL 14, 2019 | LEAVE A COMMENT | EDIT

Welcome to the DexignFutures.org website. Here you can find open-source versions of the Dexign Futures courses taught at the School of Design at Carnegie Mellon University. This is a companion website for the <https://dexignfutures.com/> webpage where you will find publications and information on the Dexign Futures research

SEARCH

图4. DexignFutures.org  
公开资料网站截图<https://dexignfutures.org/>

曼 (Arnold Wasserman) 提出, 表示一种设计和设计教育的实验形式<sup>21</sup>。Dexign Futures (未来设计) 结合了以人为中心的设计思想与未来思想, 使短期的设计行动与远景目标保持一致, 同时克服了不确定性并加快了创新朝着理想未来发展的速度<sup>23, 24, 25, 26, 27</sup>。

Dexign Futures (未来设计) 包含的一组方法明确地专注于使短期设计与可持续性未来保持一致。上述所有方法都可以在公开资料中找到, 请访问<https://dexignfutures.org> (图4)。当前版本的课程材料正在中国北京的清华大学、意大利米兰理工大学和美国佐治亚理工大学进行测试。



## 参考文献

1. Bronfenbrenner, U. (1979). *The ecology of human development: Experiments by nature and design*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
2. Fogg, B. J. (2011). *Persuasive technology: Using computers to change what we think and do*. Amsterdam: Morgan Kaufmann.
3. DiSalvo, C., Sengers, P., & Brynjarsdóttir, H. (2010, April). Mapping the landscape of sustainable HCI. In *Proceedings of the SIGCHI conference on human factors in computing systems* (pp. 1975-1984). ACM.
4. (Pine & Gilmore, 1999)
5. Prochaska, J. O., & Velicer, W. F. (1997). The transtheoretical model of health behavior change. *American journal of health promotion*, 12(1), 38-48.
6. Buchanan, R., Doordan, D. P., & Margolin, V. (2010). *The designed world: Images, objects, environments*. Oxford: Berg.
7. Merton, R. (1936). The unanticipated consequences of purposive social action. *American Sociological Review*, 1(6), 894-904.
8. Friedman, B., & Nissenbaum, H. (1996). Bias in computer systems. *ACM Transactions on Information Systems*, 14(3), 330-347.
9. Shedroff, N. (2008). *Design is the problem - and the solution: The future of design must be sustainable*. Indianapolis, IN: New Riders.
10. Inayatullah, S. (1998). Causal layered analysis: Poststructuralism as method. *Futures*, 30(8), 815-829.
11. Inayatullah, S. (2004). *The causal layered analysis (CLA) reader: Theory and case studies of an integrative and transformative methodology*. Tamsui, Taipei Taiwan: Tamkang University Press.
12. Luz, C. (2007). Waste couture: Environmental impact of the clothing industry. *Environmental Health Perspectives*, 115(9), A448-54.
13. O'Reilly, T. (2005, September 30). What Is Web 2.0: Design patterns and business models for the next generation of software. Retrieved from <http://www.oreilly.com/pub/a/web2/archive/what-is-web-20.html?page=4>
14. Ries, E. (2011). *The lean startup: How today's entrepreneurs use continuous innovation to create radically successful businesses*. New York, NY: Crown Publishing Group.
15. IFTF: Home page. (2015). Retrieved from <http://www.iftf.org/home/>
16. WBCSD - World Business Council for Sustainable Development. (2009). Retrieved from <http://www.wbcsd.org/vision2050.aspx>
17. ARUP Foresight Consulting (2018), <http://www.driversofchange.com/>
18. Baghai, M., Coley, S., & White, D. (2000). *The alchemy of growth: Practical insights for building the enduring enterprise*. Cambridge, Mass: Perseus Publishing.
19. <https://www.mckinsey.com/business-functions/strategy-and-corporate-finance/our-insights/enduring-ideas-the-three-horizons-of-growth>
20. Dator, "Alternative Futures at the Manoa School" *Journal of Futures Studies*, November 2009, 14(2): 1 - 18.
21. Wasserman, A., & Scupelli, P. (2013). *Dexign the future* [Course materials]. Retrieved from <http://dexignthefuture.com>
22. Wasserman, A., Scupelli, P., & Brooks, J. (2015a, August). *Learn!2050 and design futures: Lessons learned teaching design futures*. Paper presented at Design Educators IDSA International Conference 2015: Future of the Future, Seattle, WA.
23. Wasserman, A., Scupelli, P., & Brooks, J. (2015b, December). *Learning to dexign the future*. Paper presented at Design Educators Asia Conference 2015, Hong Kong, China.
24. Scupelli, P., Wasserman, A., & Brooks, J. (2016, June). *Dexign futures: A pedagogy for long-horizon design scenarios*. Paper presented at 2016 Conference of the Design Research Society (DRS2016), Brighton, United Kingdom.
25. Scupelli, P., Brooks, J. & Wasserman, A. (2016, August). *Open learning initiative dexign futures*. Paper presented at Design Educators IDSA International Conference 2016: Making Things Happen, Detroit, MI.
26. Scupelli, P., Wells-Papanek, D., Brooks, J. & Wasserman, A. (2017) *Opening a design education pipeline from University to K-12 and Back*. International Association Societies of Design Research IASDR Conference 2017: Cincinnati.
27. Scupelli, P., & Brooks, J. (2018) *What Features of a Flipped Course Improve Design Student Learning Experiences? Next Wave*, Design Management Institute (DMI) Academic Design Management Conference, August 1-2, 2018 Ravensbourne, London, UK

# 开发银行打造绿色城市 释放可持续金融的潜力

## 开发性金融机构是如何填补具有气候适应能力的城市基础设施融资缺口？

徐佳君 吴昕月

北京大学新结构经济学研究院

世界面临着缩小城市基础设施融资缺口和增强城市基础设施抵御气候变化能力的双重挑战。据经合组织估计，从2016年到2030年，发展中国家将需要95万亿美元来支持交通、能源、水利和电信方面的建设<sup>1</sup>。随着气温的升高，极端天气会直接对基础设施造成物理性伤害，因为老化的基础设施会非常脆弱，易受到暴风和海平面上升的影响。为了使本世纪全球气温上升控制在较工业化前水平高2°C之内，将额外多需要10%的资金来发展更能适应气候变化的基础设施，因而到2030年，加总在一起全球每年的资金需求将达到6.9万亿美元。

### 目前可供选择的融资方式的局限性

然而，现有的融资模式，如财政、资本市场和商业银行，在应对上述双重挑战方面能够发挥的角色非常有限。城市基础设施项目前期投资大、投资周期长，存在较高的不确定性和风险，因此以盈利为导向的商业银行和短期资本市场没有足够的动力去为这些项

目融资<sup>2</sup>。此外，发展中国家的资本市场往往还不成熟，还不能为提供长期资金做好准备。具有气候适应能力的基础设施的正外部性促使政府承担更重要的角色，通过地方税收和政府间转移支付的方法为城市基础设施项目这类公共产品融资。然而，对大多数发展中国家来说，在有限的经济体量和税收征收机制不足的情况下，财政的支持能力也受到了限制<sup>3</sup>。

虽然有一些创新的尝试来支持具有气候适应能力的城市基础设施融资，但这些融资规模往往太小，无法填补巨大的融资缺口。这些方法通常依赖于市场机制，如绿色债券、气候适应债券和灾难债券，但其规模相对有限：据气候债券倡议的数据显示，2019年全球范围内绿色债券发行规模约为2549亿美元，并主要来自于发达国家，而该年1月至9月期间，前五大发行国分别为美国、法国、中国、德国和荷兰<sup>4</sup>。

## 释放开发性金融机构为具有气候适应能力的城市基础设施融资的潜力

开发性金融机构是为了贯彻公共政策目标并受到政府的支持和资助而建立，在为适应气候变化的城市基础设施融资方面具有独特的地位。北京大学新结构经济学研究院正在建立一个全球开发性金融机构的数据库。在全世界范围内，开发性金融机构正在复兴，国际社会也越来越认识到其在应对发展挑战和影响力投资、缓解气候变化风险方面的作用<sup>5</sup>。近年，由发展中国家牵头建立了新的多边开发银行，如亚洲基础设施投资银行和新开发银行；同时，发达国家和发展中国家都在建立他们各自的国家开发银行以应对发展挑战。

建立开发性金融机构的初衷是解决市场失灵，如信息不对称、正外部性问题、私营部门中银行的顺周期行为和资本市场追逐短期利益等问题。以提供长期资金为使命的开发性金融机构，其负债结构也为长期主导，有望克服大多数商业银行所面临的期限错配问题。

除了解决市场失灵问题，开发性金融机构还可以发挥孵化市场的作用，如果没有开发性金融机构的介入和孵化，这些市场在其他情况下可能并不存在。与发达国家成熟的市场



**254.9  
billion  
USD**

amount of the green  
bond issued in 2019

经济不同，发展中国家和转型经济体的市场机制并不完善，存在缺陷，或可能根本不存在。没有运作良好的市场机制，市场没有办法发挥许多职能，比如有效地分配资源，以及发展中国家经济体和转型经济体中公司治理能力普遍薄弱，且合同执行效力欠佳。

下面我们将简要通过三个案例来说明开发性金融机构在为城市基础设施融资和提高基建气候适应能力方面的作用。

### 案例研究1: 中国国家开发银行为中国培育城市基础设施融资市场

上世纪90年代末，随着工业化步伐的加快，中国正以惊人的速度城市化，且潜力巨大。1998年相比于世界平均城市化率46%<sup>6</sup>，发达国家的80%，中国大陆仅为30.4%。鉴于中国总人口超过10亿，中国城市化的规模将是前所未有的，并将为城市基础设施投资创造巨大需求。

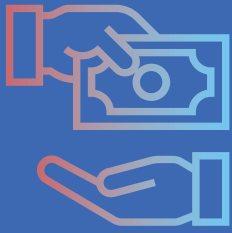
尽管城市基础设施融资需求巨大，现有的融资方式未能应对这一挑战：商业银行不愿为需要在前期付出高额成本或资金需求大且

周期长的项目融资，特别是考虑到期限错配和面对未知领域潜在的高风险问题；长期债券市场不发达，几乎没有机制来确保地方政府能够在长期偿还债务；政府财政能力太薄弱，无法填补资金缺口。此外，1994年颁布的第一部预算法加重了财政资金的匮乏，禁止地方政府赤字或发债，切断了地方政府直接借贷的渠道。

中国国家开发银行（以下简称“国开行”）成功孵化了城市基础设施融资市场，我们可以通过芜湖模式来说明<sup>7</sup>。芜湖是位于中国中部安徽省的一个城市。1998年8月，国开行与芜湖市政府签署了合作协议。

国开行的核心目标是孵化长期基础设施融资市场，通过增信建立和改善市场制度，以提供长期资本<sup>8</sup>。更重要的是，国开行的作用不仅仅局限于提供长期融资，更有助于将市场培育到成熟的阶段，让市场充分发挥融资的作用，在完成孵化的角色后退出。孵化市场的过程包括三个阶段：根据政府确定的优先序规划先行、国开行孵化长期融资机制和市场主导参与。

在第一阶段项目筹备和选择期间，国开行与芜湖市政府密切合作，优先为地方政府选定



发达国家和发展中国家都在建立他们各自的国家开发银行以应对发展挑战。

的开发项目提供资金支持。在这一过程中，国开行专业人士发挥了关键作用，通过提前规划确保项目的优先次序与发展重点相一致，以避免重复工作和地方政府债务负担过重。

在第二阶段，国开行在培育市场方面发挥了关键作用，而这些市场如果没有外部干预是不存在的。首先，国开行协助当地政府及相关部门共同成立了一家新的项目公司，作为合格的借款人进入市场：1998年2月芜湖市建设投资有限公司作为一家地方政府融资平台成立。在条件允许的情况下，项目公司进

行了重组，并在实践层面上采用了与现代企业相一致的治理结构，同时对借款人的创收方法经过了设计及改进，用包括现金流、土地增值收益和其他收益以平衡项目公司贷款本金和利息。国开行尽可能地利用地方政府的信誉度以提高借款人的信用水平。为了保持现金流，不同回报水平的基础设施项目打包捆绑，确保了财务可持续性。借鉴世界银行在中国大陆的贷款模式，国开行向芜湖市建设投资有限公司的贷款必须由当地政府提供担保。最初，芜湖市政府于1998年12月用财政收入设立了还款基金账户。后续于2002年，国开行协助地方政府进行土地竞价和拍

卖改革，使芜湖市建设投资有限公司能够以土地收入为抵押物。芜湖市人大进一步通过法律批准担保借款人，若发生不能偿还债务时，财政收入将成为最后还款方式<sup>9</sup>。

在第三阶段，国开行注重通过吸引商业银行和资本市场的资金来动员市场主体的参与。为实现市场孵化，国开行与当地政府合作，根据项目盈利能力和操作方式设计了不同的市场参与模式，如银团贷款、从商业银行引导资金等。此外，国开行还协助借款公司发行债券，并鼓励股权投资。据报道，1998年该项目刚刚启动时，来自国开行的资金占到该项目公司借款的100%；而经过10年的市场培育，国开行对其贷款仅占26%，其余由市场支持。这显示了市场孵化的成功，以及一种具备商业可行性的城市基础设施发展模式。

国开行的案例揭示了相比于简单地修复市场失灵，开发银行在孵化市场方面的意义，但这个案例具有一定的中国特色。首先，国家对土地的所有权使得国有的地方政府融资工具能够将土地规模收益作为抵押品以降低国开行示范性项目的贷款风险。第二，中国地方政府具有较强的财政资源动员能力，而在国家执行能力较低的一些发展中国家，情况可能并非如此。

## 案例研究2：绿色投资银行为具有气候适应能力的基础设施融资

到2015年为止，为了解决城市可持续发展，应对气候变化问题，全世界的各国政府陆续成立了13家绿色投资银行，为绿色基础设施提供资金<sup>10</sup>。如图1所示，大多数绿色投资银行位于发达国家，如英国、美国、澳大利亚、日本和瑞士。同时，已有的开发性金融机构还新建绿色金融子公司，如2018年成立的FinDev Canada，是加拿大出口信贷机构全资拥有的子公司，并将低碳、可再生能源和绿色增长作为其业务运营的优先领域之一。

从新结构经济学的角度来看，即金融安排需要满足实体经济在不同发展阶段的不同需求，绿色投资银行可以通过为适应气候变化的投资创造有利条件来消除在吸引私人资本和扩大基础设施融资方面的瓶颈性限制。根据经合组织的分析，绿色投资银行通常比国别性开发银行的规模小，并且在财务上坚持可持续运营的原则。绿色投资银行会改变发展的方向，加速由碳密集型向低碳和适应气候变化发展路径的转变<sup>11</sup>。北京大学新结构经济学研究院计划追踪开发性金融机构在应对气候变化方面的作用，作为全球第一个开发性金融机构综合数据库系统性建设的一部分。



图1: 全球绿色投资银行

图片来源: OECD, 2015, Green Investment Banks: Leveraging Innovative Public Finance to Scale Up Low-carbon Investment, Policy Perspectives, p. 6.

### 案例研究3: 有关巴西国家开发银行和南非开发银行扩大具有气候适应能力的基础设施融资方面的案例

除了新建立的绿色投资银行, 一些现有的开发性金融机构也加大了与适应气候变化有关的基础设施方面的融资力度。巴西国家开发

银行和南非开发银行, 分别是在巴西和南非由国家支持设立的国别性开发银行, 推进低碳、具有气候适应能力的基础设施的建设, 是促进其国家实现《巴黎协定》相关的国家自主贡献减排目标的重要参与者。电力部门在极端天气的影响下非常脆弱。干旱导致水电站供水减少, 令巴西电力供应中断; 南非发电主要依靠煤电, 同时该国很容易受到海平面上升和干旱的影响<sup>12</sup>。

根据经合组织2019年的一份研究报告显示，巴西国家开发银行和南非开发银行都非常注重塑造具有气候适应能力的未来，其战略目标都包括扩大融资来源，并使相关资源投入能够适应气候变化的基础设施当中。南非开发银行重新定位，建立了绿色气候基金，由耐心资本转变为融资催化剂以吸引其他融资资源，用混合融资的方式改善基础设施项目的风险回报条件，使其更具商业可行性。对巴西国家开发银行而言，它培育了巴西绿色债券国际市场。2017年，巴西国家开发银行是第一个来自巴西的银行于卢森堡绿色交易所发行了价值10亿美元的国际绿色债券，奠基了巴西绿色金融资本市场的发展。

重要意义。为了释放其在填补具有气候适应能力的城市基础设施融资缺口方面的潜力，开发性金融机构能够得到良好设计和专业管理，以避免政治利益为少数人服务的历史性错误变得至关重要。展望未来，我们呼吁开展更严格的学术研究，探索如何使开发性金融机构更有效地为具有气候适应能力的城市基础设施提供资金，讨论哪种方式更合适每个国家的具体情况——建立新的专门的绿色投资银行，或是将气候变化相关融资纳入现有开发性金融机构主要业务中，以及如何在地方、国家、跨国区域和全球建立不同层次的开发性金融机构的协同机制。

## 结论和政策建议

世界正面临着填补城市基础设施发展融资缺口，并走向一条更能适应未来气候变化的正确轨道的双重挑战。现有的融资安排为填补这一缺口提供的支持有限。开发性金融机构可以成为支持低碳和适应气候变化发展目标的重要政策工具，在吸纳其他融资资源和孵化原先并不存在的融资市场方面尤其具有



## 参考文献

1. OECD, "Investing in Climate, Investing in Growth", OECD Publishing, (2017):28, <https://doi.org/10.1787/9789264273528-en> (accessed January 27, 2020).
2. Jiajun Xu, Xiaomeng Ren, and Xinyue Wu, "Mapping Development Finance Institutions Worldwide: Definitions, Rationales, and Varieties", NSE Development Financing Research Report, no.1 (2019):7-8, <https://www.nse.pku.edu.cn/docs/20190529100907766148.pdf> (accessed January 27, 2020).
3. World Bank, "Financing a Resilient Urban Future: A Policy Brief on World Bank and Global Experience on Financing Climate-Resilient Urban Infrastructure (English)", (2018):13, <http://documents.worldbank.org/curated/en/370831544454490426/Financing-a-Resilient-Urban-Future-A-Policy-Brief-on-World-Bank-and-Global-Experience-on-Financing-Climate-Resilient-Urban-Infrastructure> (accessed January 27, 2020).
4. Climate Bonds Initiative, "Green Bond Market Summary Q3 2019", 2019, [https://www.climatebonds.net/files/reports/cbi\\_q32019\\_highlights\\_final.pdf](https://www.climatebonds.net/files/reports/cbi_q32019_highlights_final.pdf) (accessed January 27, 2020).
5. Climate Bonds Initiative, Home page, 2020, <https://www.climatebonds.net/> (accessed January 27, 2020).
6. Jiajun Xu, Xiaomeng Ren, and Xinyue Wu, "Mapping Development Finance Institutions Worldwide: Definitions, Rationales, and Varieties", NSE Development Financing Research Report, no.1 (2019), <https://www.nse.pku.edu.cn/docs/20190529100907766148.pdf> (accessed January 27, 2020).
7. China Development Bank, 2013. The History of China Development Bank. (Beijing: China Finance Press, 2013), 153. [in Chinese].
8. Jiajun Xu, "Market Maker: The Role of China Development Bank in Incubating Market", *Man and the Economy*, no.4(2) (2017):1-23, <https://doi.org/10.1515/me-2017-0007> (accessed January 27, 2020).
9. Yuan Chen, *Aligning State and Market: China's Approach to Development Finance* (Beijing: Foreign Languages Press, 2013), 8.
10. Jiajun Xu, "Market Maker: The Role of China Development Bank in Incubating Market", *Man and the Economy*, no.4(2) (2017):1-23, <https://doi.org/10.1515/me-2017-0007> (accessed January 27, 2020).
11. OECD, "Green Investment Banks: Leveraging Innovative Public Finance to Scale Up Low-carbon Investment", *Policy Perspectives*, (2015):3, <https://www.oecd.org/environment/green-investment-banks.htm> (accessed January 27, 2020).
12. OECD, "Green Investment Banks: Innovative Public Financial Institutions Scaling up Private, Low-carbon Investment", *OECD Environment Policy Papers*, No. 6 (2017):2, <https://doi.org/10.1787/e3c2526c-en> (accessed January 27, 2020).
13. OECD, 'Scaling up climate-compatible infrastructure: Insights from National Development Banks in Brazil and South Africa', *OECD Environment Policy Papers*, No. 18 (2019):39, <https://doi.org/10.1787/12456ee6-en> (accessed January 27, 2020).

# 可持续金融 与ESG投资拥抱AI与另类数据

微众银行人工智能部揽月团队\*

WeBank AI Department Moonshot Team

## 引言：“气候赌场”与经济的可持续增长

BBC纪录片《七个世界，一个星球》中，摄制组成员在南极拍摄时，接受采访说“这里太热了”，目睹了气候变暖对此造成的影响，想到这些动物未来的命运，不禁潸然泪下。2019年另一部BBC的纪录片《气候变化：事实真相》则揭示了我们正面临着几千年来最大的威胁——气候变化，更强的暴雪、更迅猛的洪水、更强烈的热浪、更迅速的海平面上升……气候变化造成的极端天气远超预期，这将是一场席卷全人类的风暴，无一幸免。

气候变化究竟有多严重？这个话题一方面被报道得日趋严重，迫在眉睫，另一方面人们对这类报道又已经习以为常，总以为有后路可依，转眼就把“警报”束之高阁。

Climate Central发表在《Nature Communications》上的研究，通过神经网络加上高精度的卫星高程计算方法，预测到2050年，海平面上升影响到的人群将是之前预测的三倍以上，约有3.6亿人受到洪灾的威胁，其中约有1.5亿人将生活在海平面以下的陆地上。而到2100年，受到因海平面上升的水害影响的人数攀升到3.6亿人。在一个个触目惊心的数据背后，气候变化所引起的海平面上升的影响还在发酵。压倒性的证据表明，整个生态系统在面临这一切的时候都是岌岌可危、如履薄冰，全球经济最后将为此买单。

2018年的诺贝尔经济学奖颁给了保罗·M·罗默（Paul M Romer）和威廉·D·诺德豪斯（William D Nordhaus），前一位贡献了知识和技术进步对于经济增长的关键作用，建立了内生经济增长模型，后一位则将气候变化纳入到宏观经济分析中，研究环境与经

\* 主编：吴海山、殷磊

作者：曾辉、程善钿、伍德意、银炳楠

技术及数据支持：侯鑫、朱超杰、胡万祺、汪胤、邹冲、李超、赵锦哲、李兆鹏、肖翔、刘成、肖翔、曾帅、蒋庆欣



南极

来源:BBC纪录片《七个世界,一个星球》

济的互动关系, 阐述由于人类的忽视和不作为所带来的灾难性代价。诺德豪斯在其新书《气候赌场——全球变暖的风险、不确定性与经济学》中将气候变化的临界点比喻成我们正在进入一个赌场, 人类的所作所为正在摇动全球变暖的骰子, 但他也提出我们仍有时间全面改变并走出来。

恰逢诺贝尔经济学奖的50周年, 这两位专家的理论回答了我们这个时代最基本也最迫切需要回答的问题——如何创造长期可持续的经济增长。而这, 正是我们这项研究的切入口, 通过人工智能和大数据的应用来研究如何更有效地推动可持续金融与投资, 以实现经济增长与可持续发展之间的平衡。

人类在自然面前有多渺小, 技术的边界就在哪里。每年一次的《联合国气候变化框架公约》缔约方大会, 从《京都议定书》到覆盖近200个国家的《巴黎协定》, 我们庆幸我们一直在行动, 而技术就是我们在与自然抗争过程中最有力的武器。

## 第一章 趋势篇

### 可持续金融及投资的全球趋势

可持续金融与投资已成为促进可持续发展的全球共识。

2019年6月, 欧盟委员会技术专家组发布了

《欧盟可持续金融分类方案》，将可持续金融定义为促进实现六项环境目标的绿色经济活动，包括：气候变化减缓、气候变化适应、海洋与水资源可持续利用和保护、循环经济、废弃物防治和回收、污染防控、保护健康的生态系统等目标。根据全球可持续投资协会（GSIA）的最新统计，可持续金融类投资在欧盟的投资组合中占比达到52.6%，北美则是21.6%。

根据国际可持续投资联盟《2018年全球责任投资回顾》，2018年全球主要经济体基于责任投资理念的专业化资产管理总额达到30.68万亿美元，较2016年增长34%，已占到行业资产管理规模的33%。根据联合国贸易和发展会议2019年6月发布的《2019年世界投资报告》，要推进达成联合国2030议程，仅发展中国家每年的资金缺口是2.5万亿美元，必须调动市场的主流金融机构加入。

可持续发展呼唤可持续金融的投入。

### 可持续金融的三大趋势

一、公私合作，监管机构及国际机构搭建舞台及标准，金融机构积极响应。

2006年，联合国责任投资原则组织（UNPRI）成立，鼓励投资者采纳六项负责任投资原则，成员机构承诺在做出投资决策时遵循ESG议题的相关标准，并鼓励所投资的公

司遵守和践行ESG的要求。截止目前，已有全球超过60多个国家的2700多家机构加入了UNPRI组织，成员机构中有超过450家资产管理机构，包括全球知名的养老金、主权基金和保险机构等，管理的资产总规模超过了82万亿美元。

2015年12月，由G20金融稳定委员会倡议的气候相关财务信息披露工作组（TCFD）成立，这是首个从金融稳定角度审视气候变化的国际倡议。目前已有超过100多家企业做出公开承诺加入，会员公司总市值超过3.5万亿美元，其中金融类机构所管理的资产规模约为25万亿美元。

2017年年底，中国、法国等八个经济体的央行和监管部门发起设立了央行与监管机构绿色金融体系网络（NGFS），致力于推动金融机构环境信息披露、开展环境风险分析并有力支持绿色投融资等，截止2019年5月，已发展到37个成员国。

2019年12月欧委会发布重磅政策《欧洲绿色协议》（European Green Deal），旨在通过向清洁能源和循环经济转型以阻止气候变化，进而提高资源利用率、修复生物多样性。此协议将建立一个1000亿欧元的“转型资金公平供给机制”（Just Transition Mechanism），并敦促欧洲各国在全国范围内建立广泛的税制改革机制，“气候税金”将成为税改重点。



要推进达成联合国2030议程,仅发展中国家每年的资金缺口是2.5万亿美金,必须调动市场的主流金融机构加入。

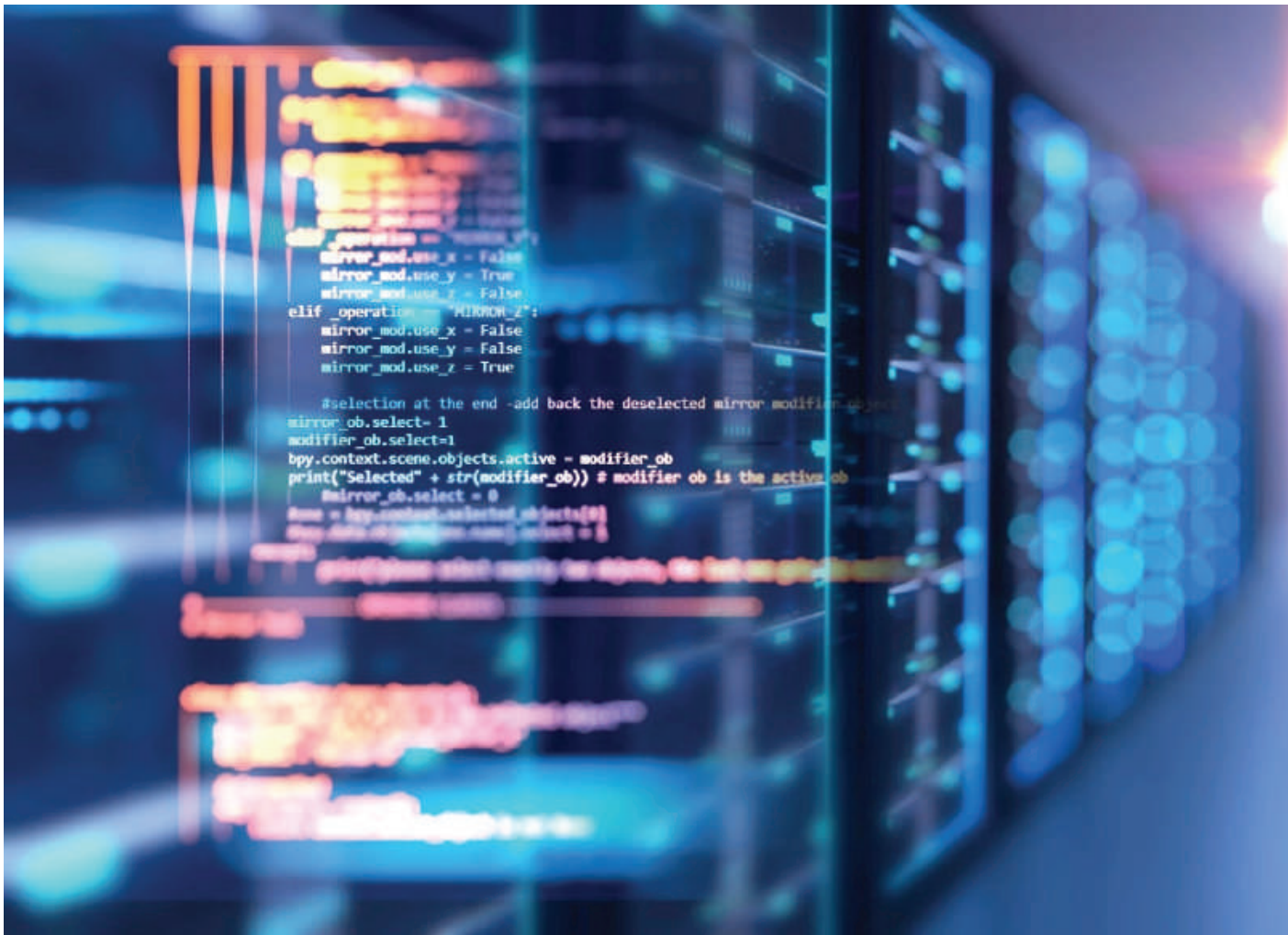
2019年12月6日,欧洲银行管理局(EBA)发布《可持续金融行动计划》,将ESG风险因素正式纳入金融可持续性评估体系,在战略和风险管理、信息披露、情景分析和压力测试三个维度为未来五年的欧洲可持续金融行动圈定路线图。

监管驱动的可可持续金融体系在全球已逐步建立。

## 二、ESG成为落地可持续金融及投资的有效手段。

环境、社会与公司治理(ESG)因素作为核心非财务指标,不仅将成为衡量企业可持续发展能力和潜力的关键指标,更将成为

可持续金融高质量发展的重要反馈机制,从国际、国家到行业层面都形成了良好的互动机制。2019年10月29日,世界银行首次公开了用于ESG投资的各国和地区数据库。将世界各国的温室气体排放量、人口变化和男女平等的进展程度等17种指标一元化,任何人都可以通过专用网站检索数据。其目的是通过向投资者提供判断哪些国家和地区致力于ESG投资的途径,促使投资资金流向积极致力于可持续成长的新兴经济体。而到国家层面,2018年9月,中国证监会正式发布了修订后的《上市公司治理准则》,强化上市公司在环境保护、社会责任方面的引领作用,确立环境、社会责任和公司治理(ESG)信息披露的基本框架等。



技术助力可持续金融  
图片来源:网络

### 三、技术手段助力量化及评估可持续金融

2018年，联合国开发计划署推出了可持续发展目标影响力平台，提供数据驱动并以投资人为导向的市场洞察，并为希望在其投资组合中推动可持续发展目标进程的投资者，提供相对应的服务和影响力方面的尽职调查。

欧洲银行管理局（EBA）2019年发布的《可持续金融行动计划》也提出，通过开发专项气候变化压力测试模型，来量化资本收益情况受气候相关环境风险的影响程度。

## 第二章 技术篇

### 人工智能技术在可持续投资中的应用

在大资管领域，以人工智能为代表的新技术在可持续投资中的应用仍是“新生物”，但在可持续投资及绿色金融领域，人工智能以及另类数据的应用早已是驾轻就熟，提供了成熟且可被复用的经验。

#### AI及另类数据的威力

纵观国际资产管理领域，头部资产管理公司贝莱德、先锋、摩根大通、摩根士丹利等早

已下重兵布局资管科技和另类数据的应用。2017年，摩根大通推出了《Big Data and AI Strategies》的专题报告，认为机器学习使得分析大型、非结构化数据集和构建交易策略成为可能，强调要构建“大数据生态系统”，融合大数据集与另类数据集，包括个人生成的数据（社交媒体、产品评论、互联网搜索趋势等）、业务流程生成的数据（商业交易、信用卡数据、订单数据等）和机器生成的数据（卫星图像数据、轨迹数据、船舶位置等）。无独有偶，资管机构贝莱德也于2017年，将基本面主动股票部门和系统化主动股票部门合并为主动投资部门，利用AI等量化手段进行主动投资管理，并于2018年成立AI实验室，并发布“Tech 2020规划”，仅2018年技术变现收入就达到7.9亿美元、贡献了6%的收入。

2019年6月，清华大学五道口金融学院常务副院长、清华大学金融科技研究院院长廖理发表了《另类数据的崛起》主旨演讲，强调另类数据三个方面的特点，一是体量大，体现在规模和传输量上；二是流动速度大，数据实时或接近实时获取和传输；三是种类多，数据结构形式多样。2019年12月，麻省理工教授Robert Pozen等亦在《哈佛商业评论》上撰文，突出机器学习及另类数据在资产管理中的价值，并给出例子：通过实时监测卫星图像，能预测中国农作物的产量，以及运用GPS等数据追踪零售店客流量

等。

波士顿咨询公司（BCG）在《2019年全球资产管理报告》中阐述了科技引领资管机构，数据与分析改变竞争格局的观点，并举例新闻舆情、网页数据、卫星遥感图像、信用卡数据等对于监测风险及ESG指标的作用，机构将能够通过获取优质信息获得alpha超额收益。安永在《2019年资产管理行业报告》中亦将大数据与人工智能列为四大趋势之一，强调其在投资研究及投资决策两大方面的应用。根据其数据表明，过去十年，14只运用AI和机器学习技术的对冲基金表现较传统对冲基金高出100%。全球主流资产管理公司中已经有78%正在使用或将要使用另类数据（如在线零售数据、社交媒体数据、卫星数据等），平均每家每年支出超过250万美元。

### 可感知经济学与可持续投资

在大资管时代，践行可持续投资理念的资管机构与技术力量走在一起是顺理成章的趋势。随着中国的市场开放程度日益加深，资产管理将逐步与国际标准接轨。资产管理规模在实现爆发性突破的同时也加速了资产管理的科技化进程。在这场针对寻找优质投资标的的能力、投研能力、风险定价能力等的综合大考前，建立强大、全面及实时的底层数据能力结合AI算力将成为可持续投资机构和技术公司要共同完成的团体战。

传感器	智能手机	微型卫星	物联网	监控摄像头	支付终端	无人机/无人车
<b>关键数据</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>移动定位数据</li> <li>WiFi数据</li> <li>支付数据</li> <li>App数据</li> <li>网络数据</li> </ul>	Planet Labs 150微型卫星 可以24X7获取地球图像	<ul style="list-style-type: none"> <li>物流设备（车辆、货船、集装箱等）数据</li> <li>工业机械(起重机等)数据</li> <li>智能家居数据</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>客流量数据</li> <li>车流量数据</li> <li>车辆型号</li> <li>小区人口数据</li> <li>商场顾客数据</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>POS刷卡数据</li> <li>日常消费数据</li> <li>购车数据</li> <li>购房数据</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>农业图像</li> <li>地产施工图像</li> <li>工程施工图像</li> </ul>
<b>监测市场变化</b>	跟踪市场的消费（酒店、零售、餐饮、旅游等）、线上交易、就业趋势	跟踪采矿业、农作物、房地产、港口贸易等市场变化	跟踪物流行业、港口贸易、工程开工量、用电量、家电等行业	跟踪线下商场消费、就业趋势、汽车消费、地产入住等趋势	跟踪线下消费趋势变化	跟踪农业、地产、工程等趋势变化

另类数据源

图片来源:微众银行人工智能部

一张城市群的夜间灯光亮度图片，就能分析出一个地区的经济指数？一张农田作物的照片，就能用来预测农业气象灾害？这在“可感知经济学（Senseable Economics）”中并不是天方夜谭。微众银行AI科学家吴海山博士首创的可感知经济学，利用人工智能技术挖掘传感器大数据，实现对经济系统的实时感知、量化和预测，从而为一些重大社会学和经济学的问題提供决策的方法论。

如今，随着新型的传感器和5G技术逐渐普及，加之微型卫星的成功研发，产生了海量的时空数据，为评估可持续投资的发展状况提供了全新的手段。

以微众银行利用卫星+AI的技术对光伏电站的检测为例，通过对大规模高分辨率卫星图像数据进行分析，能识别出中国超过

500个光伏发电厂的分布地图，总面积超2000平方公里（约等于一个深圳），再进行关联性分析，能为国家、企业在可再生能源发展方面提供决策参考。在技术层面，揽月团队提出的SolarNet算法结合了全卷积网络（FCN）和期望最大化注意力网络（EMANet）的优势，得到了一种自适应的多任务期望最大化注意力网络，将对卫星图像中光伏电站的识别精准度提高到94.21%。据《麻省理工科技评论》报道，这可能是首次利用深度学习的方法来揭示中国太阳能发电厂的分布位置和规模的尝试。

中国在太阳能光伏领域已成为全球最大的投资者。中国国家能源局统计数据示：截至2019年9月底，全国光伏发电累计装机19019万千瓦，同比增长15%。2019年前三



季度，全国光伏发电量达1715亿千瓦时，同比增长28%。分布式光伏的发展和储能技术的创新应用将带来巨大的生态环境效益，显著减轻环境污染，并从能源供给的源头减少温室气体的排放。在这场能惠及全球的“绿色竞赛”中国表现究竟如何，对全球的可持续投资都具有研究意义。

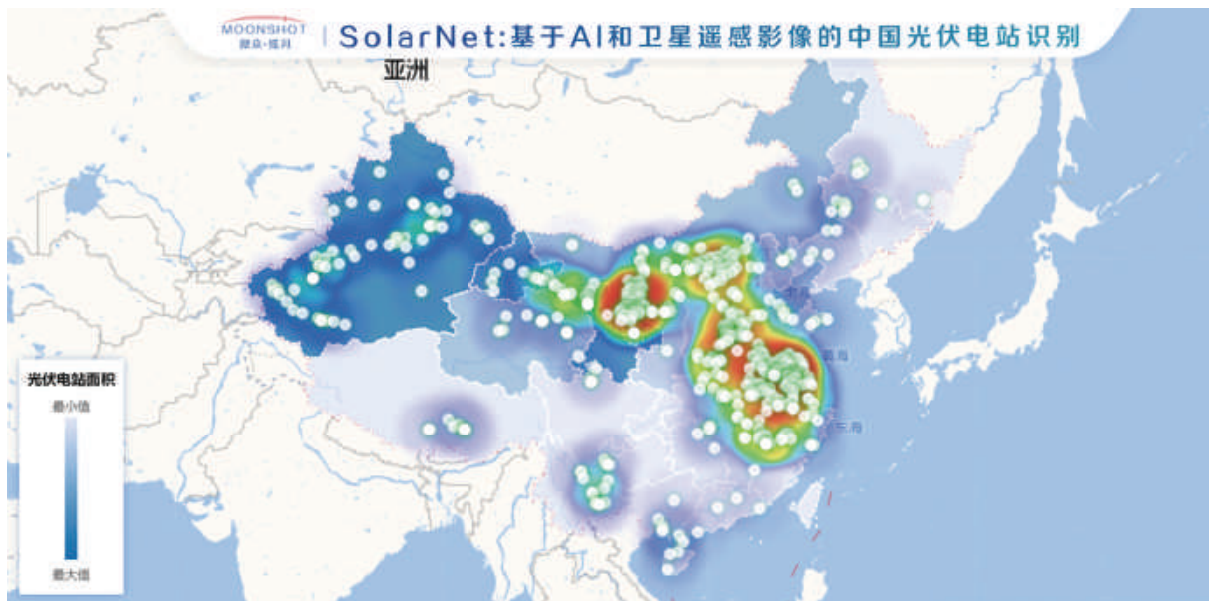
因此，检测光伏电站的分布位置和规模对于可持续投资有三重意义：

1) 对于政府来说，如何设计及实施更好的光伏产业政策，如调整补贴政策，采取份额补贴等，衡量光伏能源与可持续发展的关系，链接扶贫、农业发展、环境整治等等；

2) 对相关产业的企业来说，衡量和量化光伏生产的情况和效率；

3) 对投资者来说，分析未来光伏电站的选址、趋势及机会预测。

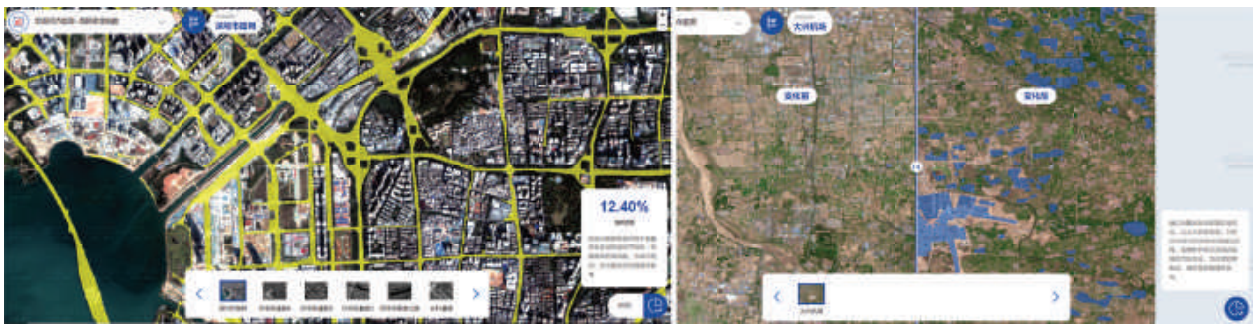
可感知经济学与可持续投资的结合远不止于此。通过对遥感影像、无人机影像、时空数据、以及舆情数据等“另类数据”的分析，挖掘实时、智能、全面的信息，能实时监测宏观经济发展趋势，准确诊断城市发展脉搏、精确量化企业基本面、密切跟踪大宗商品交易、客观评估保险损失、全面评级企业ESG指数。



基于AI及卫星遥感影像的中国光伏电站分布图  
图片来源：微众银行人工智能部



某地区车辆指数与夜光指数  
 图片来源:微众银行人工智能部



某地区路网密度与区域变化情况  
 图片来源:微众银行人工智能部



商圈活力指数分布图  
图片来源:微众银行人工智能部

### 示例一: 通过识别车辆及夜光指数 结合POI数据来评估区域活力指数

车流量监测: 分析城市内大型商超、工业园区、文娱设施、交通枢纽等经济体车辆状况, 为相关企业的可持续经营状况评估、城市发展规划等提供决策参考;

区域夜光影像监测: 构建区域经济指数, 进

而量化宏观经济发展趋势, 为区域政策制定、区域投资策略等提供参考;

路网密度监测: 区域内路网密度可用于衡量多类区域宏观经济指标, 构建路网密度指数, 为基建类投资、城市规划、扶贫脱贫评估等提供参考。



农作物产量预测及灾害风险预测  
图片来源：微众银行人工智能部

## 示例二：农业信贷及保险评估

灾害风险地图：基于多维度的卫星遥感影像，定量分析各类气象灾害、农业病虫害受灾情况及气候变化等潜在影响情况，为保险核保、定损等提供参考；

作物种植面积监测：基于卫星遥感影像等数据进行地块切割、目标识别和变化检测，检测大豆、水稻、玉米、棕榈树等作物地块面积，同时判别作物的生长状态，预估农作物产量，支撑贷前评估和贷后追踪业务。

## 示例三：环境污染地图

移动式空气质量监测：联合IPE（公众环境

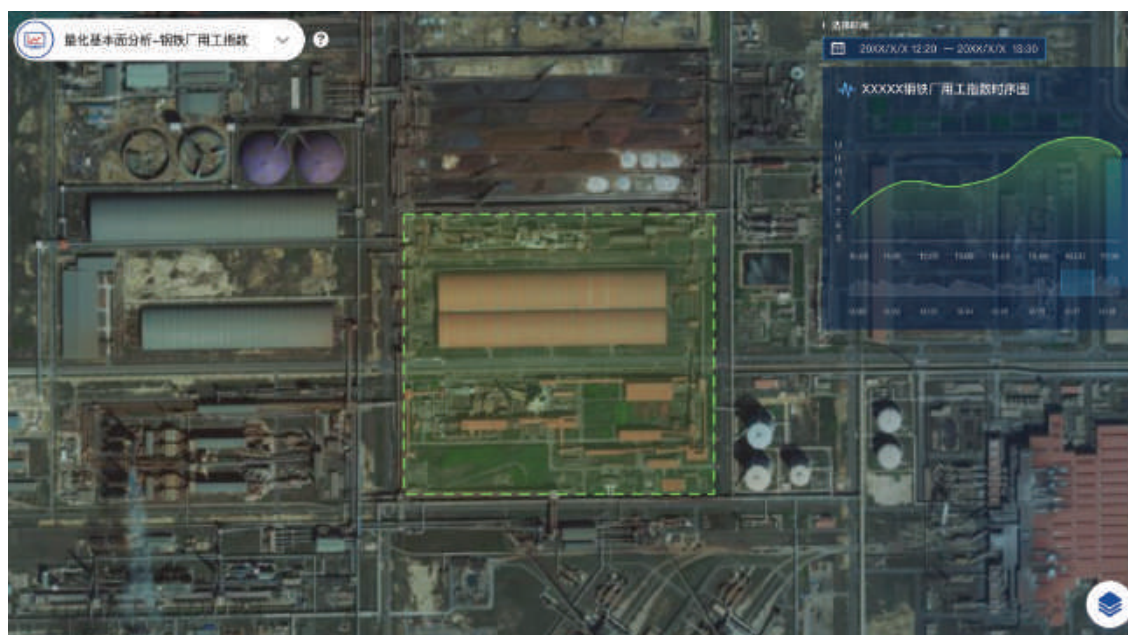
研究中心）等机构，结合手机拍摄照片，采用深度学习算法对图像提取特征并计算得到空气质量指数（AQI）值，从而实现让移动手机设备成为独立的AQI检测设备，能够灵活、快速地对空气质量进行检测，且大幅降低检测成本。现有地空气质量指数（AQ）依靠政府监测站点来进行检测，但是站点在全国范围内分布不均衡，主要在沿海城市以及一线城市，西部地区较为稀疏，且站点的有效监测范围仅为3km，因此即使在一线城市，也很难保证全面有效覆盖。

工厂环境监测：基于卫星遥感对工厂人流量、环境污染情况等，可对排放情况做出分析与预测；

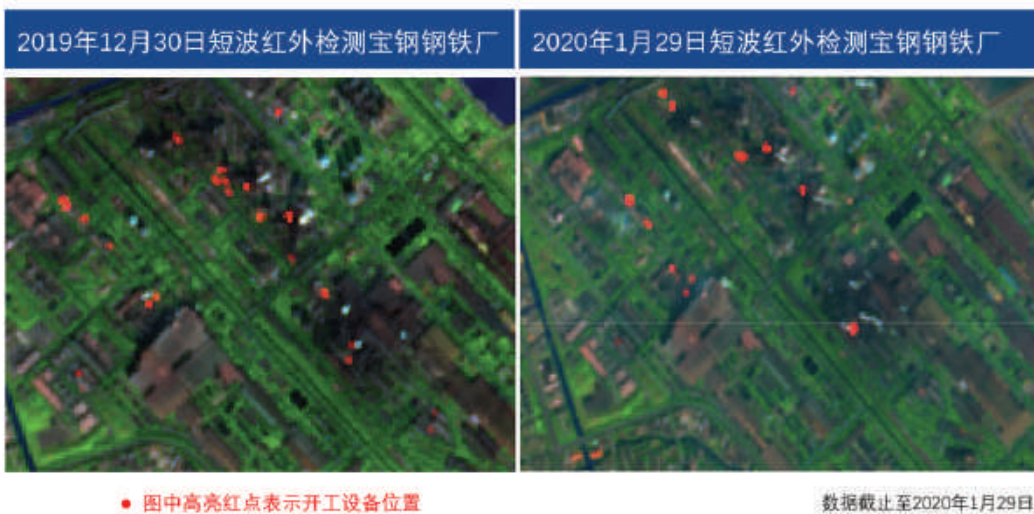
卫星生产制造指数SMI（Satellite



手机拍照位置与监测站点的分布  
 图片来源:微众银行人工智能部



钢铁厂用工指数  
 图片来源:微众银行人工智能部



基于卫星红外检测的宝钢上海宝山基地钢铁厂情况  
 图片来源:微众银行人工智能部



卫星制造指数示例  
 图片来源:微众银行人工智能部



银行业保险业风险监测系统示例  
图片来源:微众银行人工智能部



重点企业关系图谱分析示例  
图片来源:微众银行人工智能部

Manufacturing Index): 将利用AI分析数千个大型生产制造区域的卫星多波段影像数据, 构建了卫星生产制造指数(Satellite Manufacturing Index, SMI)。以制造业上游的钢铁生产为例, 基于全国主要钢铁集团(宝武、鞍钢、包钢、马鞍山钢铁、攀钢等)重点炼钢厂的卫星影像, 利用短波红外

分析技术, 识别出开工生产区域(区域呈现亮红色), 并对区域范围、程度与数量进行统计, 根据各钢铁集团产能进行指数加权, 制作了全国大型钢厂的卫星生产制造指数(SMI)。根据初步的成果显示, 该指数较好地拟合2019年10月以来工业生产、PMI下滑的态势, 并对工业生产有良好的跟踪效

果，对工业增加值、全国粗钢产量等指标拟合系数高达0.8以上，并可提前半月预知行业趋势。

#### 示例四：绿色金融与金融风险监测

结合舆情与监管机构数据，对被监管机构的绿色金融发展情况及金融风险进行实时监测和关系图谱穿透。

卫星遥感影像分析就是一座巨大的宝藏。随着航天技术的成熟，遥感卫星体积减小，成本降低，发射数量大幅增加，数据传输技术也越来越成熟，可以达到对地球监控遥感影像小时级别的更新。未来5年，商业卫星将占比70%，卫星遥感应用分析将进入井喷期。

遥感图像应用中，卫星拍摄的遥感图像一般是通过离线传输的方法发送到地面，然后在地面进行数据的处理和分析，这中间存在了3小时的滞后时间。如果要缩短这段时间，达到数据的实时性，最有效的方式是将算法搭载到卫星上，直接在太空中进行数据处理分析。但小卫星整体的功耗一般在100W以下，能够给到遥感算法芯片功耗低于30W。如何在这样一个功耗要求下运行AI算法？因此，“卫星在轨计算”解决方案具备重大意义，即通过卫星搭载AI算法在太

空轨道上进行实时分析。

### 第三章 应用篇

#### AI-driven ESG：数据驱动的ESG投资

##### ESG投资正当时

ESG投资分别由环境（Environmental）、社会（Social）和公司治理（Governance）三部分组成，其核心理念是倡导在投资决策过程中充分考虑环境、社会和公司治理等因素。2019年11月26日，MSCI将中国大盘A股在MSCI指数中的纳入因子从15%提升至20%，同时将中国中盘A股以20%的纳入因子纳入MSCI指数。业内人士认为，这将给国内A股市场带来有史以来最大规模的外资增量资金。

ESG投资有望成为全球范围内资产管理的主流趋势。

正如贝莱德董事长兼首席执行官劳伦斯·芬克在2020年致企业首席执行官函中所述，气候变化所带来的投资风险将加速全球资本的大规模重新配置，贝莱德基本宣布了“AI in ESG”的策略，将从三个方面管理投资的ESG风险：一是提供可持续发展的、更具韧性和信息透明的产品组合；二是推广可持续发展投资；三是强化与标的企业之间的沟通，充分行使投票权等。尤为重要的



是，贝莱德逐步将那些化石燃料类占其收入超过25%的上市股债从其1.8万亿美元的主动投资组合中减除，并计划在2020年年中实现全面退出此类持仓。

近年来具备ESG投资理念或类似责任投资理念的产品在财务数据方面也逐渐显现出抗风险能力相对较强、长期回报相对稳定的优势，从而真正成为资本市场一种主流的投资理念和风格。现在已有90家国际交易所加入可持续证券交易所倡议，覆盖上市企

业16000家，交易所陆续发布ESG指引与要求。截止2018年，全球ESG基金规模已经超越1万亿美元，ESG投资在中国资管市场蓬勃发展且增长空间巨大。多家公募基金发起ESG主题基金。

中国的ESG评级体系正在兴起，从2008年起，中国ESG指数及绿色指数规模呈现迅速增长状态，截止于2019年11月，中国金融机构已经推出了111只ESG相关基金，其资产规模达到了724亿人民币。近年来，中



ESG评价体系  
图片来源:微众银行人工智能部

国内ESG方面关于数据治理相关的政策汇总			
时间	机构	政策文件	内容
2002.01	证监会	《上市公司治理准则》	对上市公司治理信息的披露范围做出了明确规定
2008.02	国家环境保护总局	《关于加强上市公司环境保护监督管理工作的指导意见》	完善上市公司环境监管的协调与信息通报机制，促进上市公司真实、准确、完整、及时地披露相关环境信息
	七部委	《关于构建绿色金融体系的指导意见》	支持银行和其他金融机构在开展信贷资产质量压力测试时，将环境和社会风险作为重要的影响因素，并在资产配置和内部定价中予以充分考虑。 将企业环境违法违规信息等企业环境信息纳入金融信用信息基础数据库，建立企业环境信息的共享机制，为金融机构的贷款和投资决策提供依据。
2018.09	证监会	《上市公司治理准则》（修订）	确立环境、社会责任和公司治理（ESG）信息披露基本框架
2019.11	证券投资基金业协会	《中国上市公司ESG评价体系研究》 《绿色投资指引》	采用系统的ESG投资方法，综合环境、社会、公司治理因素落实绿色投资，构建标的资产环境评价体系和环境评价数据库
2020.01	银保监会	《关于推动银行业和保险业高质量发展的指导意见》	银行业金融机构要建立健全环境与社会风险管理体系，将环境、社会、治理要求纳入授信全流程。

国证监会立足自身职责，以信息披露监管为抓手，督促和引导上市公司加强ESG信息披露，为ESG投资、评价等提供了基础支撑。2020年1月3日，中国银保监会亦发布了《关于推动银行业和保险业高质量发展的指导意见》，将ESG管理作为银行业高质量发展的普适性原则，并将ESG要求延伸至银行所有自身经营活动以及授信业务的全流程中。

#### 数据驱动的ESG投资策略

目前，ESG投资主要以负面剔除、ESG整合、积极股东策略、标准规则筛选等

策略为主。其中，ESG因子整合（ESG Integration）方式是较为系统而明确地将ESG因子纳入投资分析与决策的过程。ESG投资可通过多种途径实现，包括在传统投资过程中增加ESG评分环节，主要用于识别ESG相关风险。另一途径是主题投资，着重捕捉特定领域如低碳能源或电动车等的特定机遇。此外还可通过影响力投资，这类投资除获取财务回报外，投资者还可以实现如节能节水等可持续方面但非财务上的回报成果，特定的委托授权组合如绿色债券就是很好的实例。

目标	数据支持	风险偏好	策略编号	策略思路	权衡
剔除ESG高风险标的	评级	激进	1A	从基准剔除低评级, 其余成份股根据市值调整权重	回避了不需要的ESG风险, 但是对基准跟踪误差会变大
		稳健	1B	从基准剔除低评级, 优化其余成份股权重使得跟踪误差最小	对基准跟踪误差小, 但是会高配和剔除标的风险相关性高的成份股
主题投资	分数	激进	2A	限定跟踪误差和1B相同, 优化所有成份股权重使得主题对应ESG指标分数最大	对基准跟踪误差较大
		稳健	2B	限定主题对应ESG指标分数和1B相同, 优化所有成份股权重使得跟踪误差最小	通过相关性, 产生较多违背主题的风险暴露
剔除+主题	评级+分数	激进	3A	限定期望的主题对应ESG指标分数, 优化1A权重使得对1A的跟踪误差最小	对基准跟踪误差较大
		稳健	3B	限定期望的主题对应ESG指标分数, 优化1A权重使得对基准的跟踪误差最小	通过相关性, 产生较多违背主题的风险暴露

资料来源:微众银行

企业会以社会责任报告（CSR）和ESG报告来主动披露社会价值数据。不同于传统的财报有监管上强制披露要求，CSR/ESG报告现在多采用自愿披露的形式。财报披露会遵循通用的会计准则，而对于CSR/ESG报告，虽然有一些国际组织在推进披露的标准化，但组织间的披露要求并没有达到相对的一致，此外，财报会有审计事务所的审计，而CSR/ESG报告没有审计要求，给个别企业留出了“洗绿”的空间。

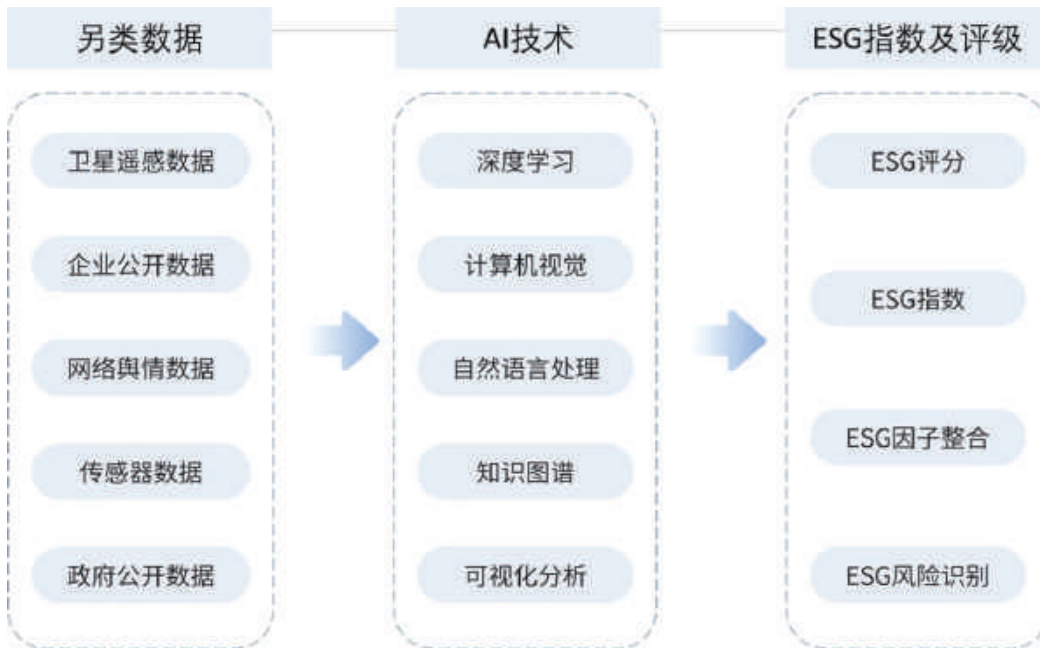
现有的ESG数据有以下缺陷：

1.质量：大部分数据依靠企业自愿披露，导

致了可靠性和一致性的缺陷。提高企业披露标准和建立完善的披露框架是关键所在。

2.一致性：不同的数据供应商/评级公司对ESG指标所赋予的权重有所不同，这意味着不同供应商的评分相关性很低，彼此之间可能存在显著差距，无法与信贷评级相提并论。

3.涵盖范围：大部分ESG数据覆盖年期只有大约十年，许多资产类别覆盖年期更短。相比小型企业，大型企业汇集的ESG指标往往较齐全，因此在指数内举足轻重。新兴市场和高收益债券等领域的覆盖范围更小。



AI+另类数据驱动的ESG指数和评级  
 图片来源:微众银行人工智能部



AI+另类数据驱动的ESG分析平台示例  
 图片来源:微众银行人工智能部

4.更新频率：许多ESG指标每年只更新一次或是半年度更新，因此难以通过分析这些指标形成管理风险或提升回报的最具时效性的观点。

ESG投资目前面临着全球性的数据缺陷，同时也是难得的数据价值洼地。而这恰恰是AI技术及另类数据能发挥作用的地方。

首先，如卫星遥感对于“E”中环境相关指标的监测。AI中的计算机视觉（Computer Vision, CV）技术结合高光谱卫星、雷达卫星等卫星影像可以用来分析制造业生产

单元的环境表现，比如废气排放、废水排放、围堰等情况。这些分析可以用来检验企业的报告数据，识别“洗绿”行为。同时，CV结合社交媒体的街景图片可用来分析当地的空气质量，使得区域居民可以参与企业的环境监测，既是企业环境表现的受众，又是有效的监督者。

接着，可以利用舆情和图谱分析对于“S”和“G”中供应链及公司治理结构等相关指标进行监测。企业的财务表现会影响股东权益，而企业的ESG表现则会影响更广泛的群体，监管部门监察、社交媒体报道及公

主题	指标	出现频率
有效资源利用	温室气体排放	92%
	水资源利用	92%
	能源利用效率和组合	85%
污染防治	废弃物（水、固体、危害类）	73%
	大气污染物	62%
	环保处罚和争议事件	42%
	泄露事故	25%
生物多样性保护	栖息地和生物多样性保护	46%
	对珍稀生物的影响	23%
气候变化	缓解/适应气候变化	38%

ESG中E(环境)指标  
图片来源:IFC, 微众银行



利用卫星图像监测某钢铁公司烟囱排放的变化评估企业生产对环境的影响  
图片来源:哨兵卫星

众舆论评价可成为企业ESG表现的客观反映。这类数据来源广泛，人工获取和分析效率较低，AI中的自然语言处理（Natural Language Processing, NLP）技术可以自动识别企业主体，对监管处罚类型和严重程度进行归类，分析舆情提及的事件和影响程度，还可以通过事件间的图谱分析，跟踪事件的演进。ESG分析师可以借助AI的力量，实现“大海捞针”，并且不会遗漏关键风险信息。业内就有ESG评级机构通过对环保处罚的舆情密度来对不同地区执法力度来进行统一化处理。

ESG风险会通过企业关联关系传导，最常见的是股权和供应链传导，比如水利企业发

生环境问题，会影响到饮料行业的生产活动。AI中的知识图谱（Knowledge Graph, KG）可以对各种关联关系和企业属性建立庞大的图数据库，然后根据图谱挖掘算法识别企业间未披露的联系，并分析ESG传导的路径和程度。ESG分析师可以拥有全局的视角去识别分析风险，及时做出相应的对策，避免风险的传染。比如对于股权分布情况不同的行业，可以通过行业均值比对等方式进行处理。

此外，针对ESG指标的量化值，AI可以被用来做未披露企业缺省值的填充。传统的填充方法会使用同行业披露企业的数据，利用同行业企业的相似性，填充缺省值。当代企



## 参考文献

1. Kulp, Scott A., and Benjamin H. Strauss, "New Elevation Data Triple Estimates of Global Vulnerability to Sea-Level Rise and Coastal Flooding." Nature Communications 10, no. 1 (2019). <https://doi.org/10.1038/s41467-019-12808-z>.
2. 揽月智能资管, AI预测海平面上升, 来看看你家会不会变“海景房”
3. COP25开幕, AI助力应对气候变化行动
4. William D Nordhaus 2019, 气候赌场——全球变暖的风险、不确定性与经济学
5. 国际环保在线, 欧盟出台可持续金融分类方案, 带动绿色金融主流化
6. 欧盟委员会技术专家组, 2019, 欧盟可持续金融分类方案
7. 施懿宸, 欧洲银监局发布《可持续金融行动计划》
8. [8] 廖理, 另类数据正在崛起, 促进金融模式创新
9. 中国金融新闻网, 微众银行资管科技平台入选“中国新增长创新实践”榜单
10. 中华网, 2019KDDChina: 微众银行AI团队详解联邦学习与可感知经济学, 展示前沿应用
11. DeepTech深科技, 研究新视角, AI + 卫星图像让经济可感知
12. 微众AI把脉大兴机场 揽月资管拍指经济蓝图\_中华网
13. 揽月智能资管, 微众银行AI团队布局卫星在轨计算, 实时洞察经济趋势
14. 揽月智能资管, 可感知的投资, 有温度的ESG
15. ESG投资策略对企业行为和投资收益的影响研究
16. 中证指数, 2019年ESG投资发展报告
17. 揽月智能资管, 2020年投资指南 | 红得发紫的ESG, 其中的“E”是个啥?
18. 贝莱德官网, 可持续发展投资——贝莱德投资新标准



## 专家寄语

### 数据驱动的可持续发展、绿色金融与ESG投资



#### 顾行发

中国科学院空天信息创新研究院研究员  
遥感卫星应用国家工程实验室主任  
国际宇航科学院院士、国际欧亚科学院院士

随着中国卫星遥感技术发展与卫星星群能力提升，我们已经能够获得丰富的地球表层信息，并从自然环境监测向城市社会经济应用跨越，现正与微众银行揽月团队合作探索“AI+卫星”的金融遥感应用，助力城市可持续发展。



#### 杨强

微众银行首席人工智能官  
香港科技大学计算机与工程系讲席教授  
国际人工智能协会（AAAI）执行委员会委员  
国际人工智能联合会(IJCAI)理事会主席  
荣获中国智能科学技术最高奖——2019年度“吴文俊人工智能科学技术奖”杰出贡献奖

对于可持续发展而言，数据共享和隐私保护是全球技术创新都面临的挑战，堪称“人工智能的最后一公里”。联邦学习使得数据的各个拥有方，在各自数据不出本地的情况下，通过联合建模并把模型共享出去，对数据进行训练计算，在建模的过程中不侵犯用户的隐私，也保护了数据安全，微众银行人工智能团队就此打造了全球首个工业级联邦学习的技术框架，并致力于推动全球的联邦学习生态和标准。



### 斯蒂芬·戈德史密斯 (Stephen Goldsmith)

哈佛大学肯尼迪政府学院阿什 (Ash) 民主治理和创新研究中心教授  
哈佛大学肯尼迪政府学院美国政府创新计划中心主任  
原纽约市副市长、原美国印第安纳波利斯市市长

分布式治理是基础，跨部门协作是机制。这些元素催生更多的社区协作和更快的创新周期，这是理想的情况，因为在应用最佳实践时，我们无法推进得太快。那些建立了数据整合和可视化机制的政府可以更早地进行干预，无论是从居民、物联网设备或是从他们自己的雇员手中获取数据。就像谚语所说的，“人才是分散的，但机会却不是。”我们同样也会有能影响到社会流动的技术上的不均衡。创新的平台，比如那些能充分考虑和将学校、雇主或市民与公共交通整合的，也往往代表了通往包容性繁荣的切实、可持续的道路。



### 亚历克斯·彭特兰 (Alex Pentland)

美国国家科学院院士  
MIT连接科学研究所主任、MIT媒体艺术与科学教授，  
“可穿戴设备之父”、《福布斯》“全球七大权威大数据专家”  
《麻省理工科技评论》“年度十大突破性科技”两度桂冠获得者

“大数据”的新来源，如地理位置通讯数据和购物数据，使得贯穿整个经济体中的人类交互模式的测量得以在更细的颗粒度进行。较为明显的是，这为测量到商店的人流量、员工工作模式、卡车运送线路以及与公司经济健康相关的相似模式提供了能力。不太明显的是，它也为衡量不同社群间的互动和发现预测创新和经济增长的频率的模式创造了可能。我们发现，对于社群间的实体交互（交互集群）的多样性和数量的衡量是对经济生产力和增长很准确的预测信号，能提供新的投资机会和风险评估新方法。访问和使用这些数据也增加了隐私和安全的风险，我们的开放算法框架 (OPAL) 为如何控制这些风险提供了一种新的方法。



### 杨永恒

清华大学公共管理学院副院长  
清华大学中国发展规划研究院执行副院长  
清华大学政府和社会资本合作研究中心执行主任

对城市设施和服务爆发式的需求不能仅仅依靠政府支出来满足。公私合营(PPPs)已成为各国政府吸引在社会和经济基础设施方面私人投资的一种补充战略。然而，最为重要的是，公私合营成为推动私营企业的创新和专业知识的提升公共服务的效率和质量的一种方式。政府部门应加强其在创建、管理和评价公私合营项目上的能力，为公共服务的供给带来更高的效率和可持续性。



### 严厚民

香港城市大学商学院原院长  
管理科学系主任及管理科学系讲座教授

“未来城市和技术创新驱动的新经济”这一主题尤其切合联合国可持续发展目标和21世纪的第二个十年。如果我们认为智能手机和大数据/人工智能算法分别是20世纪最后十年和21世纪头十年最突出的硬件和软件成果，那么软硬件一体与数据的结合将是本世纪20年代的关键驱动力。五年前，香港城市大学确定将“智慧城市”作为三个重点研究范畴之一，并自此与联合国欧洲经济委员会进行公私合作(PPP)有关的项目合作。我们已准备好与私营和公营部门的合作伙伴一同下一步更大的成功。



### 卢思聘 (LO Sze Ping)

世界自然基金会中国区首席代表及CEO

AI技术的应用会颠覆传统的工作方式，使得原来费时费人工的信息整合和分析工作变得迅速而便宜，从而利用大数据进行风险识别、分析和控制，成为投资决策的重要工具。这使得金融机构和投资者可以更方便的规避对环境和生态系统有负面影响的投资，帮助应对气候变化和减少生物多样性的损失，为全社会的可持续发展作出贡献。



### 包泽富 (Jeffrey Bohn)

瑞士再保险首席研发与创新官

机器智能(MI)的进步——从回归算法到机器学习再到人工智能——正在释放新的机会，帮助解决紧迫的韧性挑战。然而，为了让城市生态系统充分发挥机器智能的潜力并避免常见的陷阱，我们需要以可持续的和对社会负责的方式来整合系统。作为社会来说，我们需要选择以机器为中心还是以人为中心。我们这些促成这一转变的人应该保持警惕，应对系统的漏洞、脆弱性、偏见和不平等。我们应该让所有人都受益，而不是受到伤害。这意味着是增强人类的能力，而不是取代它。智能的、以人为中心的自动化将使可持续的、有韧性的社会成为可能。



### 甘马辉 (Matthew Gamser)

世界银行集团IFC中小企业金融论坛CEO

尽管全球金融领域在过去3-4年里取得了巨大的增长，但直到最近，大部分增长都只惠及了一小部分富人——也就是通常所说的“1%”。金字塔的底层——数十亿人口和数百万小企业——大部分都被遗漏了。信息不对称，缺乏关键信息来管理为底层提供金融服务的风险，是造成这一问题的主要原因。今天，得益于不断增长的商业数字化，尤其是支付，我们可能正在迎来一个转折点，能为大多数人提供金融服务的机会。穷人和小企业获得的数字足迹越多，就会有更多选择获得负责任和可负担的金融服务，通过人工智能和机器学习克服以往的障碍。



### 罗楠

联合国负责任投资原则中国区负责人

如果我们想要避免或最小化我们未来将面临的风险，为我们的后代创造一个更美好的世界，我们就必须要以更长远的视角看待我们今天所做的分析和决策。ESG投资原则可以用来培养和拓宽投资者的思维，使其在配置资本时更具有长期性和更符合伦理。我们是否以及如何采取ESG投资原则将塑造我们的未来，比如城市等等。技术可以推动这种可持续的转变。



### 文继荣

中国人民大学高瓴人工智能学院执行院长  
北京智源人工智能研究院首席科学家

智能技术是现代社会高效运转、防范风险、抵御灾难的一种重要手段。中国人民大学依托其在经济、社会、法律、传播等诸多领域的长期研究积累，将人工智能与人文社会科学进行深度交叉融合，致力于智能社会治理的理论、方法和技术研究，为人类探索“智能而有温度”的未来。



### 施懿宸

中央财经大学绿色金融国际研究院副院长

ESG投资需要非财务信息，不易获取。它依赖于企业的信息披露，但更多的信息可以通过人工智能协助获得。此外，许多企业的责任报告并不是由第三方认证的，也可以通过人工智能来辅助。我特别希望AI在未来能够解决非结构化数据的痛点，这将为可持续发展和ESG投资打造更好的基础设施，使ESG投资最终成为资本市场的主流。



### 嘉宝·耶鲁 (Gábor Gyura)

匈牙利央行可持续金融部门负责人

人们已经普遍认识到，需要大量重新分配资金，来为碳中和的必要投资提供资金，特别是对人口密集的城市地区来说，比如交通或能效等。尽管绿色债券和其他专门的绿色金融产品不断涌现，但这一转变的速度还不够快。这种转变应该要基于绿色资产和棕色资产之间的风险差异(这是经济研究的基础)，但这反过来又要求政策大幅提高不可持续经济活动外部性的内部化程度。



### 肖恩·科得尼 (Sean Kidney)

气候债券倡议联合创始人及CEO

联合国政府间气候变化专门委员会(IPCC)最近的报告和极端天气事件清楚地表明，在避免灾难性气候危机方面，我们所剩的时间不多了。将全球气温上升限制到远低于2摄氏度，要求到2050年将全球温室气体排放减少60%甚至更多——如果没有范式转变，如此大的减少将是不可能的。然而，现在世界上几乎还没有一个国家或区域充分认识到这些调查结果的影响并采取行动。我们还有5年，也许是10年的时间来修复这个星球。不要走了，要跑起来。



**凯·凯勒 (Kai Keller)**

世界经济论坛中国与世界金融服务业的未来项目负责人



**玛丽·爱马·巴顿 (Mary Emma Barton)**

世界经济论坛金融行业研究员

人工智能和大数据的大规模应用，为金融体系向可持续未来过渡的过程中发挥领导作用带来了巨大希望。例如，技术的有效使用将使得投资组合的气候风险分析从目前的小众逐渐变成了主流。这尤其重要是因为向轻碳经济的必要转型要求资本配置在短短10年内要发生重大转变。未来最需要的是可用的数据。在数据质量不断提高的同时，利益相关方必须要遵循全球接受的、一致的ESG评估标准。与此同时，商业领袖必须继续对技术进行投资。最近一项对金融机构的调查发现，大多数机构在人工智能方面的研发投入不足10%，但其中64%的机构预计未来两年内将大规模应用人工智能。机构目前拥有的人工智能能力和他们希望在不久的将来拥有的能力之间的差距必须尽快得到解决。这些投资将释放技术的潜力，不仅有助于更高效地运营业务，更重要的是有助于将全球金融业引导转向一个光明的、共享的未来。





### 奥米德·萨巴利 (Ommid Saberi)

世界银行集团IFC绿色建筑资深行业专家  
全球领先的EDGE绿色建筑认证技术负责人

气候变化正在扩大全球的风险和金融敞口。在减缓气候变化方面，建筑行业是尚未开发的巨大机遇。世界每周都在建设一个相当于新巴黎的世界，其中大部分发生在新兴经济体，在这些国家，将经济发展与资源消耗脱钩是首要任务，而法规的执行一直是一个挑战。绿色建筑金融连接着整个生态系统的利益相关者，从政府、金融机构到开发商再到业主。激活绿色建筑行业，可以推出绿色债券和绿色抵押贷款等金融产品，投资机会的潜在规模接近25万亿美元。



### 陈超

中国投资有限责任公司董事总经理、研究院副院长

ESG投资的理念在中国方兴未艾。2016年的G20杭州峰会上，发展可持续的绿色金融成为全球共识。随着中国政府加快生态文明体制改革与建设美丽中国的政策取向，ESG投资在中国或将迎来重大发展机遇。ESG投资具有多样性、复杂性，我们既需要着眼宏观理念，更需要落脚微观技术。ESG投资的具体实践涉及不同层面的行动，上至投资原则与准则的制定、方法论的研究，下到评价体系的量化与标准化，产品研发的一致性与可操作性，需要全社会不同层面的主体共同参与。以人工智能及另类数据为代表的新技术为ESG投资的发展提供了更为坚实可行的底层数据支撑。微众银行的研究结合自身的独特优势，运用人工智能算法与时空另类数据，为ESG投资的发展提供了可借鉴的中国经验，发出了“中国声音”。



### 法比安·德姆斯奇 (Fabian Dembski)

德国斯图加特高性能计算中心、全球系统科学卓越中心高级专家

数字孪生的城市和地区可以帮助我们理解和解决今天的复杂问题，评估未来的风险和场景。重要的是，不仅要理解一个城市的实体和表象的一面，而且要将社会和经济数据以及“人的尺度”的因素纳入我们的研究。这需要跨学科和跨领域的方法。世界各地的城市都面临着类似的挑战，但在不同的社会和文化背景下。为了设计出更可持续和以人为本的未来城市，理解这一点非常重要。



### 杨榕

联合国人居署区域间事务顾问、中国事务总协调人  
原住建部建筑节能与科技司司长

推动《可持续发展议程》和《新城市议程》是联合国人居署未来十年的重要工作，在面对科技浪潮的冲击下，要打造多专业融合、多机构参与的合作生态体系，积极调动政府、国际组织、科技公司及金融机构之间的合作，打造可持续金融和投资的创新体系，探索未来城市的原型模式，应对全球性的气候变化、城市污染、技术创新、普惠服务，推动数据开放及个人隐私保护，迈步走向智慧城市和可持续城市的2.0时代。



### 莫尔纳斯·菲诺 (Massimiliano Riva)

联合国联合可持续发展目标基金 (Joint SDG Fund) 投资顾问

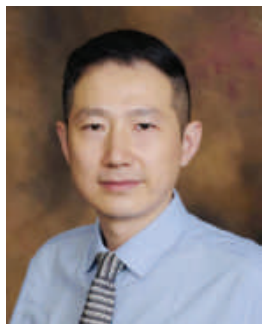
四大将改变可持续城市融资方式的趋势，金融科技将是第一个变革。基于伦理的和负责任投资的迅速扩张将是第二个。紧随其后的是创新的基于结果的支付方案和“智能”税收的引进。这些积极的变革浪潮伴随着机会的爆发和刺激，但我们还无法看到任何资金流向可持续发展目标上的显著改变。我们需要加倍努力来展示成效。



### 马尔科·卡米亚 (Marco Kamiya)

联合国人居署知识与创新局高级经济学家

在全球城市的跃迁历程中，技术力量的此消彼长和金融手段的层出不穷是培育城市竞争力的所在。一方面，5G、物联网及数字孪生等技术极大的改变着城市中人与人、人与数据、数据与城市之家的连接方式与效率；另一方面，在技术背后，对艺术、文化和个性化服务的追求不断提升。技术力量的生长伴随着对人文品质的要求。同时，在城市大步前进的同时，也需要相适应的商业模式和金融模式。气候变化和环境污染不应再成为牺牲品，绿色金融、可持续投资、ESG投资将成为全球性的趋势，引领城市的开发与运营模式，城镇化的下半场已经到来！



### 陈一听

华夏基金董事总经理、首席数据官  
美国华盛顿大学计算机系终身教授

AI和大数据技术极大地提升了人类的感知和分析能力，让我们能够更快更全面地思考更长时间跨度上的投资问题。这和可持续发展金融，ESG投资理念是不谋而合的。AI和大数据的发展必将成为相关领域的巨大推动力。



### 李岷

华夏银行副行长、董事

面对地球环境，社会平等和竞争市场透明等挑战，我们有必要坚守ESG理念，不论在信贷和债券等债权投资中，还是在权益投资中，华夏银行将与大家携手，承担起金融行业应有的可持续投资义务，全面推动ESG理念实践。



### 马军

中国环境保护组织公众与环境研究中心主任

作为能源消耗的高地，和污染排放的主要源头，城市是环境问题的制造者，也因此饱受环境污染、资源短缺之苦，面临气候变化的威胁。而调整产业结构，优化能源结构和交通结构，借助绿色供应链和绿色金融等市场化工具，我们的城市可以成为结果方案的组成部分，可以逐步迈向绿色、低碳的新发展模式。



### 刘岱宗

世界资源研究所中国可持续城市项目主任  
世界资源研究所中国传播主任

我们认为最好的新兴技术手段和技术浪潮，是应该可以贡献于帮助全球解决所面对的可持续发展挑战。我们也坚信，基于人工智能技术、大数据、云技术以及区块链等技术所开发的解决方案，能够帮助全人类共同应对气候变化、环境与生物多样性以及健康等重大发展议题，并推动包括金融机构和投资者在内的多方利益相关者参与全球共同治理，加快实现联合国SDG可持续发展指标。



### 曲景东

国开金融新型城镇化专家执委

在评价新项目或者采用新技术时，我们在考虑项目经济价值的同时，也非常重视项目的环境价值和社会价值。在投资新项目和既有项目进行技术改造的时候，我们会优先考虑使用绿色金融产品。希望有更多的绿色金融产品和ESG投资，共同促进城市可持续发展。



### 黄仲文 (Zhongwen Huang)

新加坡城市再开发局数字规划实验室主任

在快节奏和复杂的环境中，城市规划者需要有反应能力，能够及时为个人和企业实施解决方案。除了要有利益相关者的参与（这是规划的重要部分），数字解决方案和数据分析有助于规划师更好地了解我们的城市和子系统是如何工作、交互和演进的。除了人工或重复过程的自动化之外，我们看到了在计划制定、实施和维护阶段更多地使用人工智能(AI)辅助决策的潜力。这将需要公共机构、行业和学术界的合作，来开发和原型化新的分析和建模方法，用于城市规划。



### 李罗丹

嘉实基金Data Lab副主任

金融是信息流带动资金流的活动。微众团队通过另类数据与AI相结合，大大提升了信息的前瞻性，拓宽了信息的维度，从而帮助投资者更早的了解事实，以做出更好的判断。尤其是在ESG和可持续发展研究领域，目前面临着数据量和数据质量的制约，微众银行团队的平台有望带来独特价值。”



### 高尔基

财新传媒副总裁  
财新智库执行总裁

当前推动中国金融市场现代化发展的两个主流因素是国际化和科技化，通过吸收引进国际资本市场成功经验，理顺金融和实业的互动关系，推动长期投资理念和投资专业化进程，建设本土化的ESG基础设施成为关键。这个过程中，我们认为有几个事情可以做，一个是加大国内外有关智库和研究机构的交流，一个是深入挖掘相关非标数据用于评价企业和行业，一个是人工智能技术和数字技术的广泛应用。我们很乐于有更多企业同我们一道推动这几项事业在中国的发展。



### 郭蕾

联合国人类住区规划署创新计划项目负责人

要理解技术创新的含义，我们必须正确地运用伦理和系统思维评估来采用新技术。然而，我们还必须敢于承担冒险和勇敢地利用技术加速人类走向一个更美好和更可持续的未来。我们需要拥抱新技术，鼓励创新，以帮助实现可持续发展目标(SDGs)。建立一个有利的环境，促进和激活创新伙伴关系，并在全世界创造创新文化，这是全球社会的共同责任。



### 赵明潇

新经济发展研究院iNED 副院长

场景以服务特定需求为导向，通过硬件、软件和服务的数字连接，促进人、事、物相互作用，是实现某种功能或效用的复合空间。场景具有物理空间和数字空间相互交织的数字孪生形态，是新经济发展的基本单元。从经济结构主导部门的更替来看，如果说工厂是制造业产品的生产地，场景就是服务业产品的生产地。场景作为城市的各种组成原型，也承担了各类新产品、新业态和新模式在现实世界进行测试的功能，帮助各类新事物的传播和扩散。场景中用户的反馈将帮助新事物进行改进，而用户自身也需要不断适应改变。这个过程，类似于生物学的“自然选择”，一方面人的反馈将引导新事物持续发展，另一方面也将改变人的行为习惯和使用的工具。无论喜欢与否，我们都已经置身于数字时代，并被卷入一场塑造未来的盛大实验。





### 曾辉

微众银行人工智能部高级研究员  
世界经济论坛全球杰出青年深圳社区成员

中国正在从商品输出走向模式输出，从雄安到长三角的一体化再到粤港澳大湾区的协同发展，中国的城市正在争相探索未来城市的答案。对于未来城市这样的复杂系统，需要为创新技术融入真实生活设计一套应用测试-迭代-升级的机制，创造者即生活者。一方面要打造城市24小时永不落幕的路演场，形成开放的城市生活实验室和创新的产品孵化机制，另一方面，要建立数字空间与现实空间相对应的标识系统，刺激消费，构建集消费、点评、反馈、迭代于一体的消费生态圈，应用场景的基因就是数据，在应用场景中，数据与人的关系将被重新定义和延展，数据的生产者既可以是数据的生产者，也可以是消费者，还可以是交易者。因此要构建一套面向不同对象的应用场景数据使用导则，充分利用联邦学习、区块链等技术解决数据隐私和共享的问题。



FUTURE CITIES, NEW ECONOMY, AND SHARED CITY  
PROSPERITY  
DRIVEN BY TECHNOLOGICAL INNOVATIONS  
Copyright © United Nations Human Settlements Programme  
(UN-Habitat) 2020  
All rights reserved  
United Nations Human Settlements Programme (UN-Habitat)  
P.O. Box 30030 00100 Nairobi GPO KENYA  
Tel: 254-020-7623120 (Central Office)  
[www.unhabitat.org](http://www.unhabitat.org)

978-9966-138-47-7

Disclaimer: The designations employed and the presentation of material in this publication do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the secretariat of the United Nations concerning the legal status of any county, territory, city or area or its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries regarding its economic system or degree of development. Excerpts may be reproduced without authorization, on condition that the source is indicated. Views expressed in this publication do not necessarily reflect those of the United Nations Human Settlements Programme, the United Nations and its member states.

Cover photos © Shutterstock

#### Acknowledgements

Principal authors: Michael Keith, Jian Gao, Tao Zhou, Quanhui Liu, Hui Zeng, Mingxiao Zhao, Baolin Cao, Gerhard Schmitt, Jaideep Gupte, Saiful Ridwan, Harrison Simotwo, Pietro Visetti, Keli Zhu, Hongshan Zhang, Shudong Cui, Yifan Li, He Jia, George Economides, Zhiyong Fu, Peter Scupelli, Jiajun Xu, Xinyue Wu, Haishan Wu, Lei Yin, Shantian Cheng, Deyi Wu, and Bingnan Yin

UN-Habitat Contributors: Marco Kamiya

Chief Editor: Lei Guo

Editors: Sonola Onasanya, Mingxiao Zhao, and Hui Zeng

Design and Layout: Kelvin Malombe, Yangyi Luo

the fact that the  $\mathbb{Z}_2$ -action on  $\mathbb{R}^n$  is not free, the quotient space  $\mathbb{R}^n/\mathbb{Z}_2$  is not a manifold. However, the quotient space  $\mathbb{R}^n/\mathbb{Z}_2$  is a manifold with boundary. The boundary is the set of points in  $\mathbb{R}^n$  that are fixed by the  $\mathbb{Z}_2$ -action, which is the set of points  $x$  such that  $x = -x$ , i.e. the origin  $0$ .

The quotient space  $\mathbb{R}^n/\mathbb{Z}_2$  is a manifold with boundary. The boundary is the set of points in  $\mathbb{R}^n$  that are fixed by the  $\mathbb{Z}_2$ -action, which is the set of points  $x$  such that  $x = -x$ , i.e. the origin  $0$ .

The quotient space  $\mathbb{R}^n/\mathbb{Z}_2$  is a manifold with boundary. The boundary is the set of points in  $\mathbb{R}^n$  that are fixed by the  $\mathbb{Z}_2$ -action, which is the set of points  $x$  such that  $x = -x$ , i.e. the origin  $0$ .

The quotient space  $\mathbb{R}^n/\mathbb{Z}_2$  is a manifold with boundary. The boundary is the set of points in  $\mathbb{R}^n$  that are fixed by the  $\mathbb{Z}_2$ -action, which is the set of points  $x$  such that  $x = -x$ , i.e. the origin  $0$ .

The quotient space  $\mathbb{R}^n/\mathbb{Z}_2$  is a manifold with boundary. The boundary is the set of points in  $\mathbb{R}^n$  that are fixed by the  $\mathbb{Z}_2$ -action, which is the set of points  $x$  such that  $x = -x$ , i.e. the origin  $0$ .

The quotient space  $\mathbb{R}^n/\mathbb{Z}_2$  is a manifold with boundary. The boundary is the set of points in  $\mathbb{R}^n$  that are fixed by the  $\mathbb{Z}_2$ -action, which is the set of points  $x$  such that  $x = -x$ , i.e. the origin  $0$ .

The quotient space  $\mathbb{R}^n/\mathbb{Z}_2$  is a manifold with boundary. The boundary is the set of points in  $\mathbb{R}^n$  that are fixed by the  $\mathbb{Z}_2$ -action, which is the set of points  $x$  such that  $x = -x$ , i.e. the origin  $0$ .

The quotient space  $\mathbb{R}^n/\mathbb{Z}_2$  is a manifold with boundary. The boundary is the set of points in  $\mathbb{R}^n$  that are fixed by the  $\mathbb{Z}_2$ -action, which is the set of points  $x$  such that  $x = -x$ , i.e. the origin  $0$ .

The quotient space  $\mathbb{R}^n/\mathbb{Z}_2$  is a manifold with boundary. The boundary is the set of points in  $\mathbb{R}^n$  that are fixed by the  $\mathbb{Z}_2$ -action, which is the set of points  $x$  such that  $x = -x$ , i.e. the origin  $0$ .

**UN HABITAT**  
FOR A BETTER URBAN FUTURE

---

UNITED NATIONS HUMAN  
SETTLEMENTS PROGRAMME  
P.O. Box 30030, Nairobi 00100, Kenya  
T: +254-20-76263120  
E: [infohabitat@unhabitat.org](mailto:infohabitat@unhabitat.org)

