

# 城市管理复杂性与基于大数据的应对策略研究

宋刚<sup>1</sup> 张楠<sup>2\*</sup> 朱慧<sup>3</sup> (1. 北京大学 遥感与地理信息系统研究所,北京,100871; 2. 清华大学 公共管理学院,北京,100084; 3. 北京市城市管理综合行政执法局 科技信息中心,北京,100045)

**【摘要】**现代城市及其管理是一类开放的复杂巨系统,应对其复杂性须基于专家体系、计算机体系、数据体系实现从定性到定量的综合集成。随着新一代信息技术与知识社会创新 2.0 的互动与重塑,大数据技术的形成和发展为丰富和完善综合集成法,推进大成智慧工程提供了新契机。大数据的整体性思维及其对混杂性和相关性的关注使其成为应对复杂性的重要技术支撑。大数据时代的城市管理应基于综合集成法,抓住新一代信息技术和创新 2.0 融合发展的契机,实现人的联网、物的联网、数据的联网和思想的联网,充分认识并利用大数据给城市管理带来的新机遇,实现面向创新 2.0 的城市管理大数据应用和价值挖掘,推动智慧城市发展水平的全面提升。

**【关键词】**大数据;复杂性科学;创新 2.0;城市管理;智慧城市

**【中图分类号】**C931.2 **【文献标识码】**A

现代城市及其管理是一类开放的复杂巨系统,必须高度重视数据体系的作用,以复杂性科学的方法论指导现代城市管理。随着物联网、云计算为代表的新一代信息技术的发展及其所推动的面向知识社会的下一代创新(创新 2.0)形态的演化,大数据在应对现代经济社会复杂性方面越来越得到各界关注。物联网无处不在的信息感知和采集终端为我们采集了海量的数据,社会计算使得人们的生活、工作、交互等各类行为被数字化,城市状态和社会行为为进一步被数字化监测和记录,以云计算为代表的大众参与的计算模式进一步推动了群体智能的发展,为大数据的收集、存储和处理提供了强大的支撑。在新一代信息技术与知识社会创新 2.0 的推动下,在城市物理空间与城市数据所衍射的比特空间交互作用下,全球化、信息化背景下的现代城市变得越来越复杂,并愈发成为一个面向创新 2.0 的流动空间。而大数据技术的发展则为丰富和完善基于综合集成法的大成智慧工程发展,丰富和发展开放复杂巨系统的方法论提供了新的契机。大

数据技术将有力推动城市管理数据的互联互通、提升城市管理者的决策水平、提升协同创新能力、优化公共服务能力,从而实现智慧城市更智慧、更科学、更高效、更人性的目标。

## 1 现代城市及其管理的开放复杂巨系统特性

城市发展经历了由简至繁的过程。信息技术的发展、知识社会的形成进一步增加了城市的复杂性,使其逐渐成为面向知识社会创新 2.0 形态的流动空间。由数据信息组成的比特空间深刻影响了现代城市,并重构了城市的物理和虚拟空间结构形式。比特空间系统与社会系统、经济系统、文化系统等成为构成现代城市的子系统,每个子系统又包含大量子系统,并且种类繁多、具有复杂的层次结构和关联关系。同时技术、文化、人流、物流、信息流、资金流的大规模输入和输出,构成了城市系统的循环,大量的物质、能量和信息的交互,使得城市中的要素做出动态的调整和变化。因此现代城市及其管理是一类开放的复杂巨系统<sup>[1]</sup>。

现代城市的复杂性决定了城市管理的复杂性,前期研究提出了基于时间维、逻辑维和知识维的城市管理三维分析模型<sup>[2]</sup>。随着城市管理的理论和实践发展,基于设施和环境传统狭义的城市管理与面向社会和人的社会服务管理越来越呈现出融合的趋势,基于城市管理与社会管理融合趋势的认

基金项目:国家自然科学基金(71102010;71473143);清华大学自主科研计划(20131089260)

\* 通讯作者:张楠(1978-)男,清华大学公共管理学院助理教授、电子政务实验室副主任、中国发展规划研究中心专职研究员。研究方向:电子政务与网络治理、大数据与政策信息学、智慧城市规划理论与方法。联系方式:nanzhang@tsinghua.edu.cn

识 本文对城市管理三维分析模型进行了调整, 见图 1。

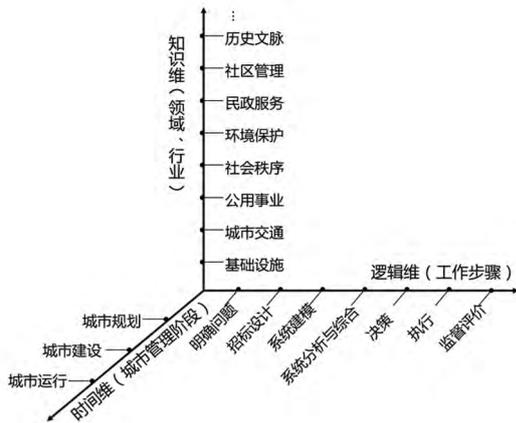


图 1 城市管理与社会管理融合背景下的城市管理三维结构图  
注: 在文献 [2] 图基础上修改

在三维结构下, 城市管理的各类数据记录并表达了城市管理的复杂性, 不仅包括城市空间设施等静态信息, 还包括城市生产、经济、社会、文化等城市管理活动的动态数据, 这些海量、动态的信息构成了城市的比特空间。比特空间的信息活动也影响着现实空间中城市管理活动, 进一步增加了城市管理的复杂性。应对城市管理复杂性必须要有相应的方法论及技术支撑。

1990 年钱学森在系统工程实践基础上指出, 唯一能有效处理开放的复杂巨系统的方法是定性定量相结合的综合集成法, 即“大成智慧工程”(Metasynthetic Engineering) [3]。综合集成法首先通过定性综合集成提出经验性假设, 然后人机结合进行定性定量相结合的综合集成, 得到定量描述, 最后再通过从定性到定量的综合集成获得科学结论 [4]。钱学森先生很早已意识到数据在解决复杂性问题过程中的重要性, 在综合集成法中前瞻性地数据体系与计算机技术体系分离, 与专家体系共同集成起来, 构成高度智能化的人机结合体系, 不仅具有知识与信息采集、存储、传递、调用、分析与综合的功能, 更重要的是具有产生新知识和智慧的功能, 即可用来研究理论问题, 又可用于解决实践问题 [5]。本文结合新一代信息技术引领城市管理的机遇, 提出了城市管理综合集成法 [6], 其综合集成体系如图 2 所示。它能把城市管理者、各领域专家和公众的思维、智慧、积累的经验以及各种情报、

资料和多元信息统统集成起来, 运用数据挖掘、文本挖掘、模型挖掘、专家意见挖掘等多种科学和信息化手段, 从多方面的定性认识上升到定量认识, 再从定量的判断中得出对城市管理工作定性的指导。在信息化技术支撑下, 通过人的参与、知识的汇聚以及海量数据的集成, “集大成, 方能成智慧”。

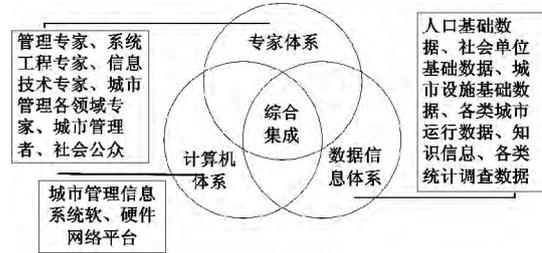


图 2 城市管理综合集成体系 [6]

在面临城市这类复杂性问题时, 从定性到定量的城市管理综合集成方法以数据为核心, 重视城市管理专家、城市管理者和公众的力量, 并充分利用计算机、虚拟现实、信息网络等信息技术和人工智能技术组成人机结合的智能系统, 人机结合、以人为本, 实现知识、信息进行搜索、分析和挖掘, 并让专家进行民主讨论, 互相激发, 从而将专家的理论、建议、经验等知识信息集成起来, 将定性和定量都集成起来, 来解决如城市管理复杂巨系统各个子系统及层级、因素及其之间关系的问题, 逐步集智慧之大成, 形成解决复杂性问题的最佳解决方案。

## 2 应对复杂性的理论与技术

### 2.1 复杂性科学的发展

复杂性科学的出现促进了科学的纵深发展, 使人类对客观事物的认识由线性上升到非线性, 由简单均衡上升到非均衡, 由简单还原论上升到复杂整体论 [7]。它被认为是科学史上继相对论和量子力学之后的人类认识世界的又一次飞跃, 是系统科学发展的一个新阶段。国内学者关于复杂性科学的研究以钱学森为代表。他把极其复杂的研制对象称为“系统”, 并提出了开放复杂巨系统 (Open complex giant system) 理论。他指出开放的复杂巨系统具有以下四个特征 [4]: ①系统是“开放的”; ②系统包含很多子系统; ③子系统种类繁多; ④系统间结构是多层次的。例如, 人脑系统、人体系统、社会系统、地理系统 (包括生态系统)、星系系统, 以及目

前与信息技术、互联网络等有关的种种复杂系统,都是开放的复杂巨系统。

复杂性科学在刚刚诞生的时候取得了突飞猛进的发展,以前分散在各个领域的零散思想集合起来产生了不同思想之间的交叉、变异和涌现,特别是以钱学森为代表的中国学派明确提出了开放的复杂巨系统理论及其方法论并开展了许多先行探索和实践,然而在这之后的多年期间在理论和应用方法、实践案例上都还没有形成更大的突破。随着以大数据、物联网、云计算为代表的新一代信息技术的发展,以及知识社会环境下以人为本的创新2.0机遇,将为复杂性科学的发展以及破解城市这类复杂巨系统难题开辟新路径,提供新视野。

## 2.2 复杂性科学视野下的创新2.0

科技创新是各创新主体、创新要素交互复杂作用下的一种复杂涌现现象,是技术进步与应用创新的“双螺旋结构”共同演进的产物。信息通信技术的融合与发展推动了人们生活方式、工作方式、组织方式与社会形态的深刻变革<sup>[8]</sup>,社会形态越来越呈现出复杂多变的流体特性<sup>[9]</sup>,信息处理和传播的方式打破了传统意义的实验室的边界,创新活动的边界也随之“融化”,科技创新不再是少数被称为科学家的人群的专利,每个人都可以是创新的主体,生活、工作在社会中的用户真正拥有最终的发言权<sup>[10]</sup>。以生产者为中心的创新模式正在向以用户为中心的创新模式转变,创新正在经历从生产范式向服务范式转变的过程<sup>[11]</sup>,正在经历一个民主化的进程<sup>[12]</sup>。以技术发展为导向、科研人员为主体、实验室为载体的科技创新活动面临着挑战,以用户为中心、社会为舞台的面向知识社会、以人为本的下一代创新模式,即创新2.0模式正逐步显现其生命力和潜在价值<sup>[10]</sup>。创新2.0是以用户为中心、以社会实践为舞台,以用户创新、开放创新、大众创新、协同创新为特点的用户参与的创新形态。创新2.0强调公众的参与,倡导利用各种技术手段,让知识和创新共享和扩散。如果说创新1.0是以生产为导向、以技术为出发点,创新2.0则是以人为本、以服务为导向、以应用和价值实现为核心的创新。Web 2.0“全民织网”、“草根创新”的理念正是创新2.0模式在互联网领域的生动体现。全球创新2.0典型实践还包括 Living Lab(注重通过信息通信技术的支撑在实际生活场景中开展应用创新,以科研

机构为纽带,建立以政府、广泛的企业网络以及各种科研机构为主体的开放创新社会)、Fab lab(注重将实验室支撑环境带给用户,通过用户的创新能力建设支持用户开展应用创新)、AIP(注重创新的复杂涌现和社会性,以用户需求为中心,通过用户体验、研发单位试验、第三方检验的“三验”机制设计,构建各创新主体参与、各创新要素互动的开放创新、大众创新、协同创新模式)<sup>[13]</sup>。

创新2.0是以复杂性科学视角对ICT融合背景下科技创新的重新审视,这种知识社会条件下的创新民主化过程进一步推动了大数据等新一代信息技术的发展,也将催生一系列极具价值的理论探索 and 实践活动。

## 2.3 新一代信息技术与创新2.0的新机遇

新一代信息技术的发展推动了知识社会的形成及创新民主化的过程,催生了创新2.0,知识社会的创新2.0也反作用并重塑了物联网、云计算、大数据等新一代信息技术形态。新一代信息技术具有创新活跃、渗透性强、带动作用大等特点,被普遍认为是引领未来经济、科技和社会发展的一支重要力量。而创新2.0强调用户创新、开放创新、大众创新、协同创新理念,认为真正生活、工作在社会中的用户才是创新的主体,无疑为新一代信息技术的应用与发展注入了新的活力。

以在城市管理中的应用为例。移动互联网作为移动和互联网融合的产物,继承了移动随时随地随身和互联网分享、开放、互动的优势,移动互联网可以自适应的、个性化的、能够感知周围环境的服务,为城市管理中随时随地的互联和服务提供了可能。物联网基于智能感知、识别技术与普适计算、泛在网络的融合应用,可以实现对城市运行数据进行实时采集,有效支撑城市管理精细化管理。物联网也被视为互联网的应用拓展,业务和应用更是物联网的价值所在,因此应用创新是物联网发展的核心,以用户体验为核心的创新2.0是物联网发展的灵魂。云计算是创新2.0时代基于互联网的大众参与的计算模式,其计算资源无论是计算能力、存储能力都将是动态的、可收缩的、被虚拟化的,尤其重要的是以服务方式提供,可以方便实现分享和交互,并形成群体智能。云计算为城市管理创新,建立新的服务模式、决策模式、管理模式提供了新的视角。大数据则基于物联网、云计算和移动互联

网,实现对城市管理全流程及整体空间,直至每个参与其间的社会公众的数据采集,形成数量巨大、结构复杂、类型众多的数据集合。创新2.0时代、复杂性科学视野下的大数据不仅为把控城市整体运行、实现对城市系统的综合管理提供了新机遇,同时也重视公众的参与,发挥每个个体的作用,实现知识的汇聚,形成的智力资源和知识服务能力,支撑城市决策与管理。

### 3 基于大数据应对城市复杂性的策略分析

#### 3.1 新一代信息技术与创新2.0环境下的大数据

新一代信息技术与创新2.0的融合与发展,推动了大数据的生产和汇聚,并为城市管理领域大数据的应用和价值的挖掘提供了基础。

大数据是新一代信息技术特别是互联网高速发展的一种现象。在物联网、移动通信技术、云计算等新一代信息技术的支撑下,城市全流程及整体空间数据信息的收集、处理、存储与传输成本成倍下降,数据的采集和汇聚变得更为容易。其中物联网通过智能感知、识别技术与普适计算、泛在网络以及动态、可收缩、可虚拟化的云计算的融合应用,为无所不在的智能、无所不在的感知拓展了空间,建立物理对象的网络沟通、感知和与它们的内部状态数据或外部环境等各种状态及位置数据,建立物物相联的“比特空间”,将物理世界整体性地组织起来,关联起来,并且支撑新增长的信息不断链接进来。除此之外,人们生活、工作、社交、创新活动也在“比特空间”中记录下来。互联网的共享、开放和互动,使得数据产生和使用主体由原来的精英扩大为广大的群众。生活在城市中的人们既是这些数据的生产者,也是数据的消费者。而人的互动的数据,如社交网络的交互数据,也让“比特空间”更为复杂。这些数据记录下来,形成了数量巨大、结构复杂、类型众多的数据集合,也称为大数据。数据不再是零散的信息碎片,而是按照一定的意义联系在一起。

人的参与及创新过程是大数据价值挖掘的重要因素。在全场景的大数据支撑下,人的感知和认知以及人与人之间的互动挣脱了时间和距离的束缚,人与人之间可以有效地互通、彼此分享信息及经验,促进人与人思想的交流、创意的形成,以方便知识的扩散、学习创新与协作创造。新一代信息技

术与维基、微博等技术工具的应用,让浩瀚而分散的广大个体及其知识得以汇聚,智慧不断涌现,实现大众创新,推动了知识的创新。大数据是面向用户、面向需求的,只有通过用户创新、开放创新、大众创新和协同创新过程,发挥群体智能作用,才能更好地实现大数据的应用和价值的挖掘。相应的,基于创新2.0的大数据也将为基于用户体验的技术创新、应用创新、商业模式创新,以及跨界交叉创新提供肥沃的土壤。

#### 3.2 大数据:应对复杂性的新技术

什么是大数据?研究机构Gartner(高德纳咨询公司)给出这样的定义:大数据(Big data)是需要新处理模式才能具有更强的决策力、洞察发现力和流程优化能力的海量、高增长率和多样化的信息资产。大数据基于物联网、云计算、移动互联网等新一代信息技术,实现对事物存在和演化过程全生命周期内产生的所有数据的记录和收集,它从完整的表达一个事物、一个系统的角度出发,表达了事物内在的耦合关系。当全景、全生命周期的数据足够大时,当系统的组分结构、每个个体的静态数据和动态数据均被记录下来,大数据可完整地刻画复杂系统及其涌现现象。大数据具有4V特征,即体量巨大(Volume),从TB级别跃升到PB级别,增长遵循摩尔定律;类型繁多(Variety),包括社交数据、图片、声音和视频等多源、异构数据;实时性强(Velocity),要求实时地生成、存储、处理和分析;价值密度低(Value),知识提纯难度高,需结合行业应用深度挖掘,才能显示它巨大的数据价值。近年来,大数据技术对管理,尤其是政府管理带来的机遇和挑战日益受到学者关注<sup>[15-17]</sup>。城市管理的复杂性问题同样可能与大数据碰撞出新的火花。

Gartner提出大数据中人的联网、物的联网、数据的联网和思想的联网的含义,正是钱学森先生提出的综合集成法中专家体系、计算机技术体系和数据信息体系构成的高度智能化的人机结合的系统体现。维克托·迈尔·舍恩伯格在大数据时代中提出了三个思维的转变:不是随机样本,而是全体数据;不是精确性,而是混杂性;不是因果关系,而是相关关系<sup>[18]</sup>。“全体数据”是指从局部到全体的思维转变,将所有数据即大数据作为分析对象。“混杂性”是指要接受数据的繁杂和不精确。从因果到关联关系的思维转变,更强调相关性,让数据自己

发声。这与复杂性科学认识事物思维,也即整体性思维、关系思维、动态思维有着千丝万缕的关系。复杂系统探究方式的基本出发点是非线性思维,而整体思维、关系思维和动态思维则是进行具体考察的三种基本手段和方式,具有复杂系统的整体性、自主性、关联性、涌现性和多样性等特性。大数据强调全体数据、混杂性的数据以及数据的相关关系。正是对应了复杂性科学中的整体性、多样性以及关联性和非线性的特征<sup>[19]</sup>。

大数据不是单一一个技术,而是一套技术体系。包括海量数据的存储技术、数据计算技术、数据的集成和融合、数据的分析技术。在海量数据存储技术方面,通过分布式存储架构存储数据,冗余存储模式保证数据的可靠性,并在数据库方面通过去除关系数据库的关系型特征,简化数据结构,便于对数据和系统进行扩展。在数据计算技术方面,通过并行计算、分布式技术,支撑海量数据的计算。同时需要在结构化数据与非结构化数据的集成、融合的基础上,实现数据的分析和价值挖掘。大数据的分析技术是挖掘大数据中蕴藏价值的关键。传统的科学分析方法对事物的状态进行样本记录,也即小数据的方法,并基于小样本数据以及数学归纳法、逻辑归纳法对事物进行认知。这种方法已不能有效地解决复杂性问题。大数据时代,针对复杂巨系统的定量数据描述不再仅仅是实验室的样本数据,而是整体状态的全场景数据,数据分析应采用复杂性科学的智能分析方法建模、仿真,利用大数据进行机器学习,并不断地优化,分析和研究复杂系统的自组织及演化规律。

### 3.3 大数据技术在城市管理中的应用

#### 3.3.1 元胞自动机在城市规划中的应用

元胞自动机即 Cellular Automata,称作单元自动机,简称 CA。元胞自动机是“自下而上”的动态模拟模型,在一个由具有离散、有限状态的元胞组成的元胞空间上,按照一定局部规则,在离散的时间维上进行演化。元胞自动机具有复杂计算功能、高度动态和具有空间概念,使得它可以有效地模拟空间复杂系统的时空动态演变,包括一些周期性的现象、紊乱现象,还有结构性的特征。故这种模拟方法可以有效地表示复杂的社会经济现象和城市发展现象,元胞自动机也成为国内外学者研究城市空间复杂系统动态模拟的重要方法。除了 CA 模型的

应用,CA 还可以与 GIS、大数据技术进行集成。大数据的发展,可以为 CA 提供城市土地、交通、经济、环境等各方面相关的数据,并进行数据挖掘,获得城市演变的规则;GIS 强大空间处理能力可以与 CA 集合实现时空建模方面相互补充,并对模拟结果进行可视化,方便 CA 模型的校验和决策支持。此外要做好城市规划不仅仅考虑自然过程,还要考虑各种角色在城市系统中的作用,可利用 CA 与多智能体系统结合,将各种角色在模型中体现出来,模拟他们的行为。

#### 3.3.2 神经网络在城市运行中的应用

神经网络是由大量的神经元连接而形成的复杂网络,它具有学习、记忆和归纳能力。神经网络可用于复杂系统运行状态的动态模拟,建立预测模型,适用于城市运行状态的预测。近些年,许多学者利用神经网络研究和分析城市运行中的问题。例如对城市交通流量的预测研究,采用 BP 神经网络方法可建立交通流量预测模型,通过仿真实验可以取得较好的仿真结果,可为城市交通的智能化诱导和控制提供支撑。此外还有利用神经网络模型数据预处理方法实现城市及水管网的优化、城市绿地规划等。

#### 3.3.3 Seminar 式研讨厅在城市决策中的应用

Seminar 式研讨厅把圆桌会议式的研讨形式与计算机仿真结合起来,按照综合集成方法论,参照模拟决策指挥体系的 C<sup>3</sup>I 系统设计,充分应用 C<sup>3</sup>I 建模技术,通过研讨来形成设想,通过民主集中制来解决问题。C<sup>3</sup>I 系统是集中管理和协调各种资源的大型综合决策指挥系统,能对地理上分布很广的资源集中进行协调,针对面临的各种问题,采集、提供准确的实时情报,并做出决策<sup>[20]</sup>。Seminar 式研讨厅的简化形象如图 3。

通过 Seminar 式研讨厅的设想,可在现代信息通讯技术、模拟仿真、人工智能的支持下,把城市管理者、各领域专家和公众的思维、智慧、积累的经验以及各种情报、资料和多元信息统统集成起来,运用数据挖掘、文本挖掘、模型挖掘、专家意见挖掘等多种科学和信息化手段,从多方面的定性认识上升到定量认识,再从定量的判断中得出对城市管理工作定性的指导。2008 年北京依托奥运城市运行系统的建设对 Seminar 式研讨厅进行了探索。

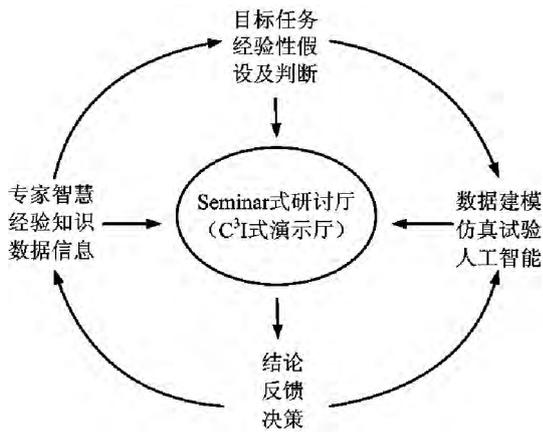


图3 城市管理 Seminar 式研讨厅 (C<sup>3</sup>I 式演示厅) 示意图

## 4 基于大数据挑战的城市管理启示

### 4.1 抓住新一代信息技术机遇,高度重视数据在城市管理中的战略地位

数据在解决复杂性问题过程中具有重要作用。钱学森先生高度重视数据的作用,将数据体系作为综合集成法的三个体系的组成部分。在定性定量相结合的综合集成法中,数据作为轴心,贯穿了知识与信息采集、存储、传递、调用、分析与综合的过程。物联网、云计算、社会计算等新一代信息技术发展为数据的采集、汇聚、利用提供了新的机遇,为丰富和完善基于综合集成的大成智慧提供了新手段。在解决城市管理这类复杂巨系统问题时,我们要重视数据的收集、汇聚与价值挖掘的全过程。在对城市管理全景、全生命周期的数据的收集、汇聚的基础上,实现结构化和非结构化数据的集成和融合,并通过建模、仿真、分析过程实现对城市管理大数据的价值挖掘和应用。实现从经验式的管理向数据驱动的科学管理转变。

### 4.2 把握知识社会创新 2.0 趋势,强化开放数据和社会参与

城市管理中,作为复杂巨系统的人及其利益和意识的参与,也一步增加了城市管理系统的复杂性<sup>[6]</sup>。为了调动社会各方力量在城市管理中发挥作用,要充分把握知识社会开放创新、用户创新、大众创新、协同创新趋势,强化开放数据和社会参与。政府通过城市公共数据内容、数据标准及相关工具的开放,不仅可提供公众查询、下载、使用政府数据服务;还可强化社会监督,推进透明政府、责任政

府、法制政府的建设;更重要的是方便了社会各界参与公共数据的开发和共享应用,激发市场和社会活力,推动创新涌现,促成群体智能和多方协同的公共价值的塑造<sup>[21]</sup>。美国、英国等发达国家通过开放数据战略,极大地推动了社会开放数据分析、开发的能力,以及各类商业服务模式创新的能力。我国的智慧城市建设必须高度重视开放数据战略,强化社会开放数据分析、服务模式创新的能力培养。只有这样才能立足于创新 2.0 时代的世界民族、世界城市之林。

### 4.3 推动城市管理与社会管理的融合,实现从生产范式到服务范式的转变

大数据是面向用户、面向需求的。维基、社交网络等技术和工具的发展及应用,使得公众的作用更为突出,他们不仅是大数据的应用者,更是为个性化需求的提出和创新的真正主角。大数据重视公众作为用户参与城市管理过程中数据的产生和应用。传统城市管理更多地站在生产者的角度,从部门分工出发,站在专业分治的角度,实现专业化管理。随着智慧城市建设的推进,信息技术发展带来的服务范式转变则站在社会公众的角度,更加注重用户参与、用户导向的服务平台设计,城市管理从政府为主体的管治转向以公共服务为导向的公共价值塑造及每一位市民的独特价值创造<sup>[22]</sup>。传统的狭义的面向城市设施和环境建设的城市管理正在和面向人和社群服务的社会服务管理相融合。城市管理应该强化服务导向,重视人的参与,新一代信息技术和以人为本的创新 2.0 是推动城市可持续发展的内置创新驱动动力。城市管理大数据的应用进一步推动了智慧城市管理从生产范式到服务范式的转变。

### 4.4 注重城市管理的顶层设计,强化综合集成发挥整体效能

大数据强调整体观,注重事物发展变化的过程记录,以体现系统的演化、自组织和涌现。做好城市管理,需要对城市的发展全景、全生命周期进行分析,通过顶层设计来实现对开放的城市管理复杂巨系统的总体性支撑。城市作为复杂巨系统,解决城市管理问题不能简单地从还原论的视角出发。因为城市运行各子系统之间的复杂交错性使其难以切割,而切开来的小系统已不是原来的系统了,对这个系统的点滴研究也很难进行综合,再加上条

块之间、局部利益之间、局部利益与整体利益之间以及各种社会群体之间的利益冲突,仅通过分解、简化来解决城市运行管理这个复杂性问题越来越显得徒劳<sup>[1]</sup>。基于对城市管理这类复杂巨系统认识的基础上,我们在加强对城市管理各类子系统的专业化研究和管理的同时,还应对各子系统之间的相互关系和协同作用加强研究和管理。建立城市管理的顶层设计理念,理清城市管理系统的重点内容、各重点内容之间的内在逻辑关系,妥善地处理城市复杂巨系统局部利益和整体利益的矛盾。如同通过采集各类生命体征从宏观角度来研究与掌控人体一样,通过数据与信息的采集对城市进行监测,通过对真实运行的数据和信息进行分析形成对城市运行态势的总体判断,通过综合集成形成决策和协同并进行调控,发挥城市管理的整体效能。

#### 4.5 重新认识城市规划,实现城市规划、建设与运行的动态管理

城市管理是以服务于城市发展和市民生活为目标,贯穿城市规划、建设和运行全过程的管理活动。规划是龙头,建设是手段,运行服务是目的。大数据作为城市管理的重要信息技术手段,将不断地积累、汇聚城市运行服务各方面的数据,城市管理的复杂巨系统特性决定了规划应是围绕城市运行服务数据不断累积、调整、修订的动态过程。随着知识壁垒消融带来的精英创新向大众创新的转变,随着抽样实验数据向大数据全数据的转变,传统的由城市规划师依据抽样调查数据规划城市正在向公众参与面向运行的数据驱动的规划方式转变。城市规划、建设的目的是为了运行,通过运行管理最后服务社会服务市民。同时基于创新 2.0 理念以及社会化工具的支撑,让处于建设或运行阶段的公众,也参与到城市的规划环节中去。这种动态管理过程,使城市管理从定性化走向定量化,实现城市规划、建设与管理的有机衔接、协同发展,从而保证了城市管理规划、建设和运行过程的科学化。大数据不仅仅是给城市规划提供了全新的技术工具,更重要的是城市运行管理以及社会公众的参与将在城市规划中扮演越来越重要的角色,从而再造创新 2.0 时代、大数据环境下的城市规划并重新定义城市规划。

#### 4.6 建立业务持续管理理念,应对城市复杂性风险构成城市系统的要素错综复杂,社会、经济、人

文等各个子系统具有开放性、多样性和时空动态性的特点,城市管理面临着极大的不确定性。而大数据也为应对城市管理的复杂性和不确定性提供了新的契机。城市管理应建立业务持续管理(BCM)理念,强化数据的收集、模拟仿真,并基于此建立有效的机制以应对不确定事件的冲击,保障城市的持续运行活动。城市管理的 BCM 包括三方面的建设:一是不确定性风险的分析和评估,基于城市运行数据建立风险规避机制,即对城市不确定事件的预测和初判,并为减少预测发生事件的风险做出预防准备,譬如建立健全各项规章制度,管理流程控制和监督等;二是不确定性事件应急机制,一旦事件发生,根据应急处理的流程采取措施;三是状态恢复,事件发生后,采取相关措施,将事件的影响降到最低限度,快速恢复城市的正常运行。而大数据所提供的模拟仿真分析将为实现城市管理的持续管理提供重要支撑。

#### 4.7 更加重视信息安全,处理好开放数据与隐私保护的关系

人们在看到大数据所带来的空间便利和价值的同时,也越来越关注大数据所带来的隐私问题。基于技术的大数据体系,造成了隐私非隐的问题,维克托·迈尔-舍恩伯格在《删除:大数据取舍之道》中提出六种可能对策:数字化节制、保护信息隐私权、建设数字隐私权基础设施、调整人类的现有认知、打造良性的信息生态、完全语境化,来应对大数据所带来的负面影响<sup>[23]</sup>。大数据时代的信息安全以及对商业机密和个人隐私的保护也越来越得到重视,不仅对于应对城市复杂性风险,也对于公民权益、商业合法利益保护,保持城市经济和社会活力十分重要。

## 5 结语

总之,城市管理作为一类复杂巨系统,具有多维度、多结构、多层次、分系统从宏观到微观的纵横交织、错综复杂的动态非线性复杂巨系统特性。复杂性科学为我们认识城市、解决城市管理这类高度繁复的问题、推动城市管理创新提供了科学基础。城市管理工作者应把握大数据时代城市管理创新脉搏,把握新一代信息技术及创新 2.0 为城市发展与社会管理带来崭新的机遇,建设新一代信息技术支撑、知识社会创新 2.0 环境下的智慧城市,基于全

面透彻感知、宽带泛在互联、智能融合应用,营造有利于创新涌现的制度环境与开放创新生态,培育面向知识社会的用户创新、开放创新、大众创新、协同创新,通过以人为本的可持续创新实现从传统城市、数字城市向智慧城市的演进。△

#### 【参考文献】

- [1] 宋刚,陈锐. 复杂性科学与现代城市管理[J]. 科学对社会的影响, 2006(4): 27-30
- [2] 宋刚. 复杂性科学视野下的城市管理三维结构[J]. 城市发展研究, 2007, 14(6): 72-76
- [3] 于景元,刘毅. 复杂性研究与系统科学[J]. 科学学研究, 2002, 20(5): 449-453
- [4] 钱学森,于景元,戴汝为. 一个科学新领域——开放复杂巨系统及其方法论[J]. 自然杂志, 1990, 13(1): 3-10
- [5] 王寿云. 对钱学森同志系统科学思想的一点理解[J]. 系统工程理论与实践, 1992(05): 5-8
- [6] 宋刚,唐蕃. 现代城市及其管理——一类开放的复杂巨系统[J]. 城市发展研究, 2007, 14(2): 66-70
- [7] 宋学峰. 复杂性科学研究现状与展望[J]. 复杂系统与复杂性科学, 2005, 2(1): 10-17
- [8] Castells M. The Rise of the Network Society [M]. Cambridge, MA: Blackwell, 1996
- [9] Song G, Cornford T. Mobile Government: Towards a Service Paradigm[A]. Proceedings of the 2nd International Conference on e-Government [C]. University of Pittsburgh, USA. 2006: 208-218
- [10] 宋刚,唐蕃,陈锐,纪阳. 复杂性科学视野下的科技创新[J]. 科学对社会的影响, 2008, (2), 28-33
- [11] Song G, Zhang N, Meng Q. Innovation 2.0 as a Paradigm Shift: Comparative Analysis of Three Innovation Modes [C]. In Proceedings of the 2009 International Conference on Engineering Management and Service Sciences, Beijing, China. 2009
- [12] Hippel E. Democratizing Innovation [M]. Cambridge, MA: MIT Press, 2005
- [13] 宋刚,张楠. 创新 2.0: 知识社会环境下的创新民主化[J]. 中国软科学, 2009, (10): 60-66
- [14] 朱晓明. 大数据与创新 2.0 时代的城市规划[EB/OL]. <http://www.mgov.cn/complexity/info1405.htm> 2014. 5. 18.
- [15] 冯芷艳,郭迅华,曾大军,陈煜波,陈国青. 大数据背景下商务管理研究若干前沿课题. 管理科学学报, 2013, (11): 1-9.
- [16] George G, Hass M, Pentland A S. Big Data and Management. Academy of Management Journal, 2014, 57(2): 321-326.
- [17] Joseph R C, Johnson N A. Big Data and Transformational Government. IT Professional, 2013, (12): 43-48.
- [18] 维克托·迈尔-舍恩伯格,肯尼斯·库克耶. 大数据时代[M]. 杭州: 浙江人民出版社, 2013.
- [19] 黄欣荣. 从复杂性科学到大数据技术[J]. 长沙理工大学学报(社会科学版), 2014.
- [20] 李立明,宋刚,刘琨,杨嘉明,曹杰峰. 和谐城市运行模式研究[J]. 城市管理与科技, 2007, 9(2): 22-26
- [21] 宋刚,孟庆国. 政府 2.0: 创新 2.0 视野下的政府创新[J]. 电子政务, 2012, (2/3): 53-61
- [22] 宋刚,郭伦. 创新 2.0 视野下的智慧城市[J]. 城市发展研究, 2012, 19(9): 53-60
- [23] 维克托·迈尔-舍恩伯格. 删除: 大数据取舍之道[N]. 袁杰, 译. 浙江人民出版社, 2013, 1.

作者简介: 宋刚(1973-),男,北京城市管理科技协会副理事长,北京市城市管理综合行政执法局科技信息中心主任,北京大学移动政务实验室主任,博士。研究方向为电子政务、数字城市、创新 2.0 与智慧城市。

收稿日期: 2014-05-29

## The Complexity of Urban Management and the Coping Strategies Based on Big Data

SONG Gang, ZHANG Nan, ZHU Hui

**【Abstract】** Modern city and its management is an open complex giant system. With the development and interaction of the new generation of ICT and the next generation of innovation in a knowledge-based society (innovation 2.0), the formation and development of big data technology provide new opportunity to develop and enrich the meta-synthesis methodology and meta-synthetic wisdom engineering. The integrative thinking of big data and its concern about mixture and relevance make it an important technical support to deal with complexity. Urban management in the era of big data must seize the opportunity of the new generation of ICT and innovation 2.0, fully utilize internet of people, internet of things, internet of data and internet of ideas based on meta-synthesis, set the strategy based on big data for a smart city development.

**【Keywords】** Big Data; Complexity Science; Innovation 2.0; Urban Management; Smart City